

nature

الطبعة العربية

الدوريـــة الشهـــريـة العـالميــة للعـــلـوم

الشعـــور بالاتجـــاه

كيف تساعد خلايا العين - الحَسَّاسة للحركة - الدِّماغَ على بناء الصورة الصحيحة صفحة 69

الطاقة

جُزُر من الضوء

شبيكات الطاقة المستقلة تزوِّد المناطق الريفية بالكهرباء

صفحة 31

فيزياء الكَمِّ

الـكيوبايزم يعود بالعالِم إلى العِـلْم

وجهة نظر علمية تحلّ المفارقات الكَمِّيَّة، وتجد مكانًا «لِلَّحظة الآنِيَّة»

صفحة 42

السرطان

تعطيل الدِّفاع في المخ

الكشف عن ملامح الآلِيَّة الخلويّة التي تتكون بها الأورام

صفحة 56

ARABICEDITION.NATURE.COM

مايو 2014 / السنة الثانية / العدد 20

ISSN 977-2314-55003

nature

مايو 2014 / السنة الثانية / العدد 20

فريق التحرير

رئيس التحرير: مجدي سعيد
نائبا رئيس التحرير: د. خالد محروس، كريم الدجوي
مدير التحرير والتدقيق اللغوي: محسن بيومي
محرر علمي: نهى هندي، نهى خالد
مساعد التحرير: ياسمين أمين
المدير الفني: محمد عاشور
مصمم جرافيك: عمرو رحمة
مستشار التحرير: أ.د. عبد العزيز بن محمد السويلم
مستشار الترجمة: أ.د. سلطان بن عبد العزيز المبارك
التدقيق العلمي: د. مازن النجار
اشترك في هذا العدد: ابتهال مخلوف، أبو الحجاج محمد بشير، أحمد بركات، باتر وردم، حاتم النجدي، حاتم صدقي، داليا أحمد عواد، رضوان عبد العال، رنا زيتون، ريهام الخولي، سعيد يس، صديق عمر، طارق راشد، طارق قابيل، عائشة هيب، عمرو شكر، لمياء نايل، ليلى الموسوي، لينا الشهابي، مازن النجار، محمد السيد يحيى، محمد صبري يوسف، ناصر ريحان، نسيبة داود، هدى رضوان، هشام سليمان، وائل حمزة، وسيم عبد الحليم، وليد خطاب، يوسف محمد.

مسؤولو النشر

المدير العام: ستيفن إينشكوم
المدير العام الإقليمي: ديفيد سوينبانكس
المدير المساعد لـ MSC: نيك كامبيل
مدير النشر: أماني شوقي

عرض الإعلانات، والرعاة الرسميون

مدير تطوير الأعمال: جون جيولياني (J.Giuliani@nature.com)
الرعاة الرسميون: مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية KACST
http://www.kacst.edu.sa
العنوان البريدي:
مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية
ص. ب: 6086 - الرياض 11442
المملكة العربية السعودية



التسويق والاشتراكات

التسويق: عادل جهادي (a.jouhadi@nature.com)
Tel: +44207 418 5626
تمت الطباعة لدى ويندهام جرانج المحدودة،وست سَسكس، المملكة المتحدة.

NATURE ARABIC EDITION [ONLINE]

http://arabicedition.nature.com

للاتصال بنا:

للتواصل مع المحررين: naturearabic@nature.com

Macmillan Dubai Office
Dubai Media City
Building 8, Office 116,
P.O.Box: 502510
Dubai, UAE.
Email: dubai@nature.com
Tel: +97144332030

Macmillan Egypt Ltd.
3 Mohamed Tawfik Diab St.,
Nasr City, 11371
Cairo, Egypt.
Email: cairo@nature.com
Tel: +20 2 2671 5398
Fax: +20 2 2271 6207

تُنشر مجلة "نيتشر" ـ وترقيمها الدولي هو (2314-5587) ـ مِن قِبَل مجموعة نيتشر للنشر (NPG)، التي تعتبر قِسمًا من ماكميلان للنشر المحدودة، التي تأسّست وفقًا لقوانين إنجلترا، وويلز (تحت رقم 00785998). ومكتب ويلز المسَجَّل يقع في طريق برونيل، هاوندميلز، باسينجستوك، إتش إيه إن تي إس، آر جي 21 6 إكس إس. وهي مُسَجَّلة كصحيفة في مكتب البريد البريطاني. أمّا بخصوص الطلبات والاشتراكات، فيُرجَى الاتصال بمكتب دبي. وفيما يتعلق بمَنْح التفويض لعمل نُسخ مصوَّرة للاستخدام الداخلي أو الشخصي، أو الاستخدام الداخلي أو الشخصي لعملاء محَدَّدين، فهذا الأمر يتعلق بموافقة "نيتشر" للمكتبات، والكيانات الأخرى المسَجَّلة من خلال مركز إجازة حقوق الطبع والنشر، ومقرّه في 222 روز وود درايف، دانفيرز، ماساشوسيتس 01923، الولايات المتحدة الأمريكية. والرقم الكودي لـ"نيتشر" هو: 0028-03/0836، باتفاقية النشر رقم: 40032744. وتُنشَر الطبعة العربية من مجلة "نيتشر" شهريًّا. والعلامة التجارية المُسَجَّلة هي (ماكميلان للنشر المحدودة)، 2014. وجميع الحقوق محفوظة.

رسالة رئيس التحرير

العلوم وأبعادها الاجتماعية

منظومة العلوم والتكنولوجيا في أي من بلدان العالَم التي تعيش على العلم ليست منظومة منعزلة عن محيطها بأبعاده الإنسانية والثقافية والاجتماعية والسياسية والاقتصادية والبيئية، بل هي منظومة متفاعلة مع ذلك المحيط.. تحل مشكلاته، وتلبي احتياجاته، وتجيب على تساؤلاته. أما في البلدان التابعة، المتخلفة عن الرَّكْب، فإن منظومة العلوم والتكنولوجيا فيها لا علاقة لها بالواقع الذي تعيش فيه، لأنها منظومة تم استيرادها، وظلت ملفوظة كالجسد الغريب الذي زُرعت فيه، يتعالى أهلها عن واقعهم، أو يتجاهلونه في الأعمّ الأغلب.

على خطوط التَّمَاسّ بين العلوم والسياسة، وفي هذا العدد الجديد من الطبعة العربية يقدم بيتر جلوكمان ـ كبير المستشارين العلميين في نيوزيلاندا ـ خلاصة خبرته في هذا المنصب، والتي بلورها في عشر نقاط، هي: الحفاظ على ثقة كل الأطراف المعنية بالعلوم، وليس طرف واحد على حساب الآخرين، وهذا يقتضي من المستشار تحصين استقلاله واستقلال مشورته، لا الانسحاق أمام الطرف الأقوى في المعادلة، ويلي ذلك تقديم تقارير استشاراته مباشرة إلى قمة هرم السلطة، وهذا يقتضي منه أن يجعل الفرق بين العلم من أجل السياسة، والسياسة من أجل العلم واضحًا، وأن يكون الدور واضحًا في أنه يحيط السياسة علمًا، لكنه لا يصنعها، مع التأكيد على امتياز العلم باعتباره بين مدخلات عديدة في صنع القرار السياسي، مع ضرورة الاعتراف بمحدودية اليقين في العلم، وأن المستشار العلمي ما هو إلا وسيط لوضع البدائل، وليس مُدافِعًا عن أحدها بالضرورة، وأن على المستشار أن يشارك المجتمع العلمي، خاصةً فيما يحتمل آراء عدة، مع ضرورة إشراك المجتمع السياسي أثناء وضع المشورة العلمية أمام صانع القرار.

على الخطوط نفسها، وفي قسم «كتب وفنون» يستعرض روجر بيلكه جونيور كتاب عالِم البلوريّات الشيوعي الأيرلندي جون ديزموند برنال «الوظيفة الاجتماعية للعلوم»، الذي أصدره في عام 1939، والذي يعرض فيه عملية تنظيم إجراء البحوث العلمية بشكل يتناسب مع العلوم ودورها الاجتماعي، إلى الحد الذي صارت فيه تلك الآراء في وقتنا الحاضر جزءًا من نسيج المناظرات الدائرة بشأن سياسات العلوم عبر الساحة السياسية. وقد رأى برنال أن الفائدة تتعدى كونها طموحًا، فهي الهدف المحوري من الأنشطة والمشروعات العلمية، والغاية المرجوة من دعم الدولة للعلوم. وقد كان برنال أوّل مَن قام بتجميع التقديرات والأرقام الخاصة بالإنفاق الحكومي الكبير على العلوم، قبل ظهور المقاييس الخاصة بإجمالي الناتج المحلي لأول مرة في أوائل الأربعينات من القرن الماضي بعدة أعوام. وبناءً على تلك التقديرات.. وفي عصرنا الحاضر، يرتكز الكثير ـ إنْ لم يكن الكثير جدًّا ـ من المناقشات بشأن سياسات العلوم على ذلك النوع من الحسابات المعقدة. ومنذ خمسة وسبعين عامًا كان ذلك بمثابة منظور جديد تمامًا، يمكن من خلاله رؤية الهدف من الأنشطة والمشروعات العلمية.

أما على الجانب الاجتماعي/الاقتصادي للعلوم، فيقدِّم جيف توليفسون في قسم «التحقيقات» موضوعًا بعنوان «جُزُر من الضوء»، يتناول فيه مشكلة فقراء العالم مع الطاقة الكهربية، حيث إن هناك أكثر من 1.3 مليار إنسان لم تصلهم الكهرباء بعد، وكثيرون منهم بعيدون جدًّا عن شبكات الكهرباء المركزية الآخِذة في الاتساع باستمرار، ومن ثم فإن السعي قائم للعثور على أفضل طريقة لجلب الطاقة النظيفة إلى المناطق الريفية. وبمزيج من العمل التنموي المحلي ومشروعات تنمية مجتمعية (..) يُنشئ المهندسون والعلماء والاقتصاديون «شبيكات» كهرباء صغيرة مستقلة، يمكن نشرها سريعًا وبتكلفة منخفضة، في منطقة بعد أخرى. يهدف أولئك الذين يقودون مثل خطط الكهرباء هذه إلى إقامة منظومات طاقة متجددة صغيرة النطاق، وبناء أرخبيل من الضوء عبر العالم النامي، ومساعدة المجتمعات النائية في التخلص من الاعتماد على الوقود الأحفوري. ويشير التحقيق إلى دور تطور تكنولوجيات الطاقة المتجددة الرخيصة في تكليل سعي هؤلاء بالنجاح.

هذه ـ بالطبع ـ ليست كل الأبعاد الاجتماعية للعلوم التي يتناولها العدد، لأننا إذا فَتَّشنا بدقة؛ فسوف نجد الكثير من هذه الجوانب التي تعكس أو تنعكس فيها العلوم، وتؤثر فيها، وتتأثر بها في بلاد تحترم العلم والعلماء بحق، ولا تتخذهم وسيلة لصناعة خرافات تلهي بها شعوبها، أو أداة لصناعة الوجاهة والمباهاة، ومن ثم لا نرى فيها علماء يبيعون ضمائرهم لإرضاء السلطة أو الجماهير، إلا فيما ندر.

رئيس التحرير
مجدى سعيد

nature PUBLISHING INDEX 2013 ASIA-PACIFIC

Nature Publishing Index 2013 Asia-Pacific

The Nature Publishing Index (NPI) counts author affiliations from primary research articles published in the Nature family of journals. The *Nature Publishing Index 2013 Asia-Pacific* supplement provides institutional league tables and regional commentary based on articles published by Asia-Pacific researchers between 1 January 2013 and 31 December 2013.

How does your institution compare?



Access the FREE *Nature Publishing Index 2013 Asia-Pacific* supplement today

nature.asia/publishing-index

nature publishing group npg

المحتويات

مايو 2014 / السنة الثانية / العدد 20

هــذا الشــهــر

أخبـــار فى دائرة الضـوء

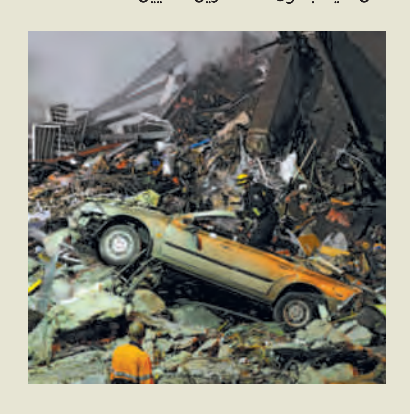




علم المنـــاعة
نَهْج متسامِح
يأمل الباحثون في عكس تيار الفشل في علاجات أمراض المناعة الذاتية.
صفحة 34

تعليقات

سياسات
كلمة للحكماء
مُمَارِس من ذوي الخبرة يقدِّم عشر نصائح مفيدة لِمَنْ سيصبحون مستشارين علميين. صفحة 44





تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



حيث
تنمو
المعرفة

المحتويات

مايو 2014 / السنة الثانية / العدد 20

أبحــاث

أنباء وآراء



الجيولوجيا

المخزون العميق للمياه في الأرض

تؤكد عيِّنة صغيرة من معدن مرتكِز في الماس على وجود مخزون كبير من المياه في وشاح كوكب الأرض. صفحة 63



على الغلاف

التَّغَيُّـر المرئـي

يحتوي النظام البصري للفأر على عدة مسارات متميزة وظيفيًّا، تربط خلايا كشف الحركة في شبكية العين بالخلايا العصبية في الطبقة السطحية من القشرة البصرية الأوَّلِيَّة. وقد اتضح أنّ الانتقائية في الاتجاه والتوجه في القشرة تنشأ منذ المراحل الأولى للمعالَجة البصرية في خلايا كشف الحركة في شبكية العين. صفحة 69

ملخصات الأبحاث

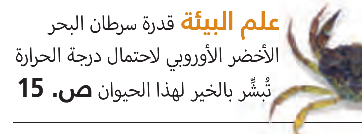
تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

هــذا الشــهــر

افتتاحيات

رؤية عالمية بينما تبحث المدارس الإنجليزية تخفيض درجات العلوم العملية، تتجه دول أخرى إلى زيادتها **ص. 10**

المواد أظهرت مادة سيراميكية مزيجًا نادرًا من القوة والمتانة، والصلابة **ص. 14**



علم البيئة قدرة سرطان البحر الأخضر الأوروبي لاحتمال درجة الحرارة تُبشِّر بالخير لهذا الحيوان **ص. 15**

الأشيــاء الكــامنة

يؤدي التركيز على أهداف حيوية محددة، بدلاً من التركيز على أعراض هائلة العدد، إلى تشجيع استخدام أسلوب أكثر علميّة لمعالجة الاضطرابات النفسية عصبية.

مِن الصعب تحديد أي الجملتين أكثر احباطًا: أن شخصًا من كل أربعة أشخاص يعاني من مشكلة تتعلق بالصحة العقلية في مرحلة ما من حياته، أم أن حالة الرعاية المؤسفة تجاه ملايين الأشخاص المتأثرين بهذه المعاناة غالبًا لا تجرى مناقشتها إلا في أعقاب تصرفات شخص واحد مريض عقليًّا. يمكننا إثارة انتقادات غير مهمة حيال الإحصاءات ومعايير التشخيص، لكنّ المحصلة النهائية تتمثل في أنه على الرغم من أن الاضطرابات النفسية العصبية مسؤولة عن أحد الأعباء المرضية الضخمة في العالم المتقدم، إلا أن المرضى لا يتلقون المساعدة التي يحتاجونها.

يتمثل جزء من المشكلة لدى عديد من الأشخاص في أن العلاج المتاح لا يحقق نتيجةً إيجابية، وأنه من غير المحتمل تحسُّن الحالة المرضية في مدة قصيرة. وفي أوائل التسعينيات، اكتشفت الصناعات الصيدلانية ـ عن طريق الصدفة غالبًا ـ مجموعة من الأدوية التي تستند إليها معظم الوصفات الطبية للصحة العقلية حاليًا، لكن فيض الاكتشافات الصيدلانية توقف منذ ذاك الوقت. وعند إلقاء نظرة فاحصة، سنجد أن كيفية تحقيق الأدوية المتاحة للنتائج لم يكن واضحًا. ولقد أدركت الشركات المنتجة للأدوية أن فهمنا للاضطرابات العقلية غير كافٍ لإفادة تطوير الأدوية.

ومع انتعاش صناعة الأدوية، نجد أن الباحثين الأكاديميين هم الذين تقع عليهم مسؤولية تطوير علاج الاضطرابات العقلية بشكل متزايد. وبسبب الميزانية المنهَكة لدى المعهد الوطني الأمريكي للصحة العقلية (NIMH) في بيثيسدا بولاية ميريلاند، ليس من المفاجئ أن يسعى المعهد إلى إجراء تغييرات سريعة وحاسمة حيال كيفية إنفاق أمواله.

وقد حاول المعهد الوطني الأمريكي للصحة العقلية ـ لسنوات عديدة ـ إعداد أساليب إنفاق جديدة ومختلفة. وفي أواخر فبراير الماضي، أعلن مدير المعهد "توماس إنسل" أن المعهد لن يموِّل التجارب الإكلينيكية التي لا تحاول تحديد دواء أو آلية علاج نفسي عملي. ويميل «إنسل» ـ منذ فترة طويلة ـ إلى أن غياب فَهْم كيفية عمل المخ سيؤدي إلى عدم معرفة كيفية تحقيق العلاج لنتائج إيجابية.

ووفقًا للإطار الجديد للمِنَح المقدَّمة من المعهد الوطني الأمريكي للصحة العقلية، يجب إعداد التجارب الإكلينيكية، بحيث تؤدي إلى اكتشاف معلومات علمية، وتحديد ما إذا كان العلاج ناجحًا، أم لا. وسيتيح هذا الإطار للباحثين إجراء تحديد سريع لما إذا كانوا سيستمرون في تجربة ما، أم سيعدلونها، أم ينهونها، قبل إنفاق أموال كثيرة على الاستعانة بمرضى، وإجراء الاختبارات عليهم. وللحصول على التمويل، سيكون لزامًا على العلماء شرح كيفية اختبارهم لما إذا كان علاج ما يستهدف دائرة مخية معينة على سبيل المثال، أم سيتوجب عليهم توضيح أيّ آلية يستخدمها العلاج لتغيير سلوك الأشخاص.

سيَنْتُج بعض القلق عن هذه التغييرات بالتأكيد، حيث يشير «إنسل» إلى أن أكثر من نصف التجارب التي يدعمها المعهد حاليًا لن تتلقى تمويلًا في ضوء المتطلبات الجديدة، إلا إذا جرى تعديل تلك التجارب. وعلى سبيل المثال.. لن يُجرى تمويل تجربة تركِّز على تغيير مدى الانتباه ـ كوسيلة لاختبار علاج التدخل السلوكي لدى الأطفال الذين يعانون من اضطراب عام، مثل اضطراب نشاط مفرط يضر بالانتباه ـ إلا إذا تمكّن الباحثون من تقديم طريقة قابلة للتحكم لدراسة كيفية تحقيق العلاج لنتيجة إيجابية. وسيستطلع المعهد الوطني الأمريكي للصحة العقلية إلى تجارب تهدف إلى الاستعانة بالأشخاص الذين يعانون من مرض مشترك ـ كالهلوسة مثلًا ـ وذلك بغض النظر عن تشخيصهم النفسي المحدد، وسيعالجهم المعهد بدواء يستهدف مستقبِلًا معينًا بالمخ، وسيقيس المعهد تغيرات نشاط المخ.

يَسري التغيير على كلٍّ من تجارب الأدوية، وتجارب العلاج السلوكي، حيث يتمثل جوهر التغيير في ضمان إعداد التجارب بطريقة تسمح بتغيير متغيِّر واحد، وملاحظة تأثير واحد. ومن أمثلة ذلك.. نجد التحفيز العميق للمخ (Deep Brain Simulation) الذي أثبت نجاح علاج فعال للاضطرابات المتراوحة من مرض باركينسون إلى الاكتئاب، ولكن الآلية الكامنة وراءه غير معروفة إلى حد كبير. وعندما أخفقت تجربة مهمة للتحفيز العميق للمخ في العام الماضي، لم يتأكد العلماء مما إذا كانوا قد ركزوا الأجهزة بشكل خاطئ، أم استعانوا بمجموعة غير مناسبة من المرضى. لقد أصبح أكثر وضوحًا أنّ الموضع المثالي للأجهزة، والتردد المستخدم بواسطتها لتحفيز العصبونات، قد يختلف من شخص إلى آخر .

> **«فَهْمُنا للاضطرابات النفسية غير كافٍ لإفادة تطوير الأدوية».**

سيرجح المنتقدون أن المعهد الوطني الأمريكي للصحة العقلية قد تَسَبَّب في مشكلة أكثر صعوبة، وهي محاولة فهْم عمل المخ، عندما حاول التخلص من مشكلة صعبة، وهي علاج المرض النفسي. لكن التوجه الجديد للمعهد حيال التجارب سيساعد أيضًا في مجهودات تحرير أبحاث الاضطرابات النفسية من قيود فئات التشخيص الحالية؛ وهو منهج عبَّرت دورية «نيتشر» عن دعمه سابقًا (انظر: *Nature* **496**, 397-398; 2013).

يوجد مشروع باسم «معايير النطاق البحثي» Research Domain Criteria، يعده المعهد الوطني الأمريكي للصحة العقلية، ويصنف البحثُ المرضى بحسب أعراضهم ومؤشراتهم الحيوية، مثل نشاط المخ. ووفقًا لما أورده المعهد، يتزايد عدد مستخدمي هذه المعايير من المتقدمين للحصول على مِنَح المعهد، وذلك على الرغم من عدم اكتمال أي تجارب حتى الآن. وإذا طمح هذا المشروع إلى أهداف جديدة للتدخل العلاجي المحتمل، فيُحتمَل أن تجد صناعة الأدوية قيمة سوقية تستحق الاستثمار في أدوية العلاج النفسي. إنها مقامرة.. كما لا تزال هناك حاجة إلى أساليب علاجية متنوعة، ولكن، يُعَدّ النجاح المحتمَل لهذه المقامرة شيئًا يستحق العناء من أجله. ■

الفــوضى الأنيقة

النظريات الكلية الخاصة بعلوم البيئة تُعَدّ على أصابع اليد، ولكنْ هذا ما يجعل الأمر رائعًا حقًّا.

بالنسبة إلى بعض العلماء المتخصصين في مجالات أخرى، يبدو علم البيئة صريحًا نسبيًّا. فمعظم الكائنات الحية تعيش في محيط قريب من الإنسان، ويسهل الوصول إليها، خاصة في بيئة المجتمع. فعلماء البيئة لا يحتاجون إلى معدات خاصة لرؤية الظباء والأيائل، أو معرفة عددها، كما لا توجد حاجة إلى مجاهر إلكترونية، أو تليسكوبات فضائية، أو «برِّيمات» حفر قد تتعطل أو تتلف. الأمر إذن سهل.

مع هذا.. يعرف علماء البيئة أن عملهم قد ينطوي على صعوبات، مثل أي علم آخر. كان لعِلْم البيئة أن يكون سهلًا، لو لم يكن هناك هذا الكم من النُّظُم البيئية التي تتسم بالتعقيد الشديد والتنوع الكبير. وحتى الصحارى القاحلة أو المستنقعات التي تبدو ساكنة، فهي في الحقيقة شبكة كثيفة ومعقدة من آلاف أنواع كائنات التمثيل الضوئي، والكائنات الضارية، والفرائس، والطفيليات، والكائنات التي تتغذى على المخلَّفات، وبكتيريا التحليل العضوي. كما يقول عالم الطبيعة إي. أو. ويلسون: «قد يقضي المرء حياته في رحلة أبدية حول جذع شجرة واحدة». ليس كل ما يمكن أن يتعلمه المرء من هذه الرحلة يمكن تطبيقه على الشجرة التي تليها.. فهناك التاريخ، والصدفة، والمناخ، والجيولوجيا، وتأثير الإنسان المتزايد، وكلها عوامل تعني أننا لن نجد تطابقًا بين نظامَين بيئيَّين أبدًا.

يحب العلماء العثور على البناء والنظام في داخل الفوضى، ولا يختلف علماء البيئة في هذا. فهناك نظريات كلية في علوم البيئة، ولكنها مقيدة بشروط ومحاذير واستثناءات. وثمة أنماط واضحة على النطاق العالمي، وعلى مستوى النوع الواحد، لكن المنطقة الوسطى بينهما ـ كما وصفها عالِم الأحياء جون لوتن في عام 1999 ـ ما هي إلا «فوضى عارمة». وهناك شك في إمكانية صياغة التعميمات التي تستند إليها الأنماط المعقدة للطبيعة بإيجاز يكفي لكتابتها على قميص.

> **«إذا كانت النظم البيئية تسير على نسق واحد، فإنها ستفقد الكثير من غموضها ومفاجآتها وجمالها».**

يتجسد هذا التعقيد في الأبحاث التي أُجريت على «السلسلة الغذائية» الشهيرة والأنيقة في محمية يلوستون الوطنية في ولاية وايومينج الأمريكية. تقول النظرية إن الذئاب التي أعيدت إلى الحديقة في التسعينات ـ بعد عقود من غيابها ـ أثارت رعب الظباء؛ وأبعدَتها من مناطق معينة. وقد أثَّر هذا على بقية أجزاء السلسلة الغذائية؛ مما أدى إلى انتشار نباتات الحور الرجراج والصفصاف بعد عقود من ندرة اقتربت من الانقراض، لكن الدراسات التي أجريت في السنوات الأخيرة كشفت أن الذئاب وحدها لا تتحكم في النظام البيئي، فهناك عوامل أخرى أثرت على مجتمعات الظباء ونمو الأشجار والشجيرات، مثل وجود سدود القندس، والدببة الرمادية، والطقس، والصيد الذي يمارسه البشر، بل والتغيرات المناخية.

من المفيد أن تكون هناك أنماط عريضة وسلوكيات مشتركة في علوم البيئة. فإذا عرفنا كيفية استجابة النظم البيئية لتغيرات المناخ، أو إذا تمكَّنَّا من التنبؤ بتَبِعَات إدخال أو إعادة إدخال نوع معين إلى النظام البيئي، ستغدو عملية الحفاظ على الكائنات أكثر كفاءة وفاعلية، لكن وجود نظرية موحدة لكل شيء ليس الوسيلة الوحيدة لفهم أعمق للأمور.

ينبغي أن يتبنى عدد أكبر من علماء البيئة منجًى لا يعتمد على التنبؤ في دراساتهم العلمية للبيئة. فسبر أغوار النظم البيئية المعقدة عبر دراسة أساليب تطور النظم البيئية، وإجراء تجارب للتغيير فيها، يمثل عِلْمًا قائمًا بذاته، كعلم دراسة المعادلات التي تفسر عمل النظم البيئية.

تُعَدّ التحولات الجوهرية على أي حال أمرٌ نادر الحدوث في علوم البيئة. فغالبًا ما يُحسَم الجدل من خلال الجمع بين المفاهيم والتصورات المتعارضة، وليس باستبعاد نظرية لأخرى. خذ مثلًا التعارض بين نظرية التأثير على النظم البيئية من أعلى لأسفل من خلال الحيوانات المفترسة، ونظرية التأثير عليها من أسفل لأعلى من حيث تأثير التغذية المتاحة من النباتات. ويسعى علماء البيئة ببطء إلى وضع نظرية متكاملة لتوقع متى تسود الحيوانات المفترسة، ومتى تصبح النباتات هي صاحبة التأثير الأقوى. وسوف تستغرق النظرية وقتًا لدراسة الأطراف الواقعة في المنتصف، وهي الكائنات العشبية التي تتغذى على النباتات.

وقد سلكت الخلافات الأخرى في علم البيئة نهجًا مشابهًا. فعلى سبيل المثال.. الخلاف السائد حول ما إذا كانت النظم البيئية المعقدة أكثر أو أقل توازنًا ـ مقارنة بالأنظمة الأبسط ـ يقترب من الوصول إلى إجماع على أن ذلك يختلف من نظام إلى آخر.

لا تستند التوقعات العملية المفيدة بالضرورة إلى القوانين الكلية. فقد تنبع من معرفة عميقة مستندة إلى ملاحظة وتحليل آليات التفاعل الفريدة في كل منظومة بيئية. ولا شك أن اقتراح النظريات الكلية أمر رائع، لكن إذا أراد علماء البيئة حقًّا إجراء دراسات مفيدة تساعد في الحفاظ على البيئة، فعليهم تجشُّم عناء إنفاق أيام طويلة وهم يجلسون بهدوء في قلب النظم البيئية، ومعهم دفاتر ملاحظات مقاوِمة للماء، وعدسات يدوية؛ لتسجيل كل ما يشاهدونه.

التعقيد البيئي ـ بالرغم من صعوبة فهمه، والغموض الشديد الذي يكتنف حقائقه ـ يمثل أيضًا مصدرًا للكثير من المتعة في الطبيعة. فإذا كانت النظم البيئية مجرد ألغاز بسيطة تسير على نسق واحد، فإنها ستفقد الكثير من غموضها ومفاجآتها وروعتها. تركز جهود مكثفة للمحافظة على البيئة على حماية هذا التعقيد والتنوع الذي يجعل النظم البيئية مستعصية على الفهم، وعسيرة الحماية كذلك.

ليست القوانين البيئية هي السبب الوحيد الذي يشجع الحفاظ على البيئة، والتصدي لانقراض الحيوانات. ففي بعض الأحيان يمكننا الدفاع عن فكرة الحفاظ على أنواع بعينها، لأن علوم البيئة توفر الأساس العلمي لذلك. وفي أحيان أخرى، قد نقول إنّ هناك فرصة جيدة لأنْ تتقدم علوم البيئة وتفسر أهمية الأنواع.

حتى مع ضعف تأثير بعض الحيوانات المفترسة التي تتربع على قمة الهرم الغذائي لتتغذى على عدد قليل من آكلات الأعشاب، فهل نريد فعلًا أن نعيش في العالم بدونها؟ الإجابة سهلة للغاية. ■

تدهور طبيعي

أصبح عدد قليل من الدرجات العلمية في علم الأحياء يتناول التاريخ الطبيعي، فهل علماء الطبيعة المتخصصون في أنواع الكائنات في أزمة؟

هل اختفى علماء وعشاق الطبيعة من الأيام الخوالي؟ أين ذلك القسيس الذي كان يصطحب معه عدسته المكبرة ومجموعات الزهور المضغوطة، أو ذلك العالم الشاب الذي كان يقتني شبكات الفراشات وبندقية الصيد؟ لا يزال بيننا محبُّو الطبيعة الذين يهوون رصد العالم الطبيعي ومراقبته بكل تعقيداته، لكن العثور عليهم الآن أصبح أمرًا عسيرًا. وهُمْ أطياف متنوعة من الرجال والنساء، والطلاب، والعامة، غير أنهم لم يعودوا يحملون أوعية لجمع العيِّنات الطبيعية، بل هواتف ذكية متطورة.

في مقال نُشر في مارس الماضي (J. J. Tewksbury *et al*. *BioScience* http://doi.org/r5g; 2014)، دقَّ جوشوا توكسبيري ـ عالِم الطبيعة في جامعة واشنطن بسياتل ـ وستة عشر عالمًا غيره ناقوسَ الخطر، إذ حذَّروا من التناقص الصارخ للدعم الذي كان يحظى به علم التاريخ الطبيعي، ذلك الفرع من العلوم الذي يتضمن المراقبة والرصد الدقيقَيْن، ووصف الكائنات وعلاقاتها ببيئاتها. ومِثْل كل العلماء المخضرمين، لدى علماء التاريخ الطبيعي البيانات التي تدعم تأكيداتهم.

في الخمسينات من القرن الماضي، كانت الدرجة الجامعية في علم الأحياء بالولايات المتحدة الأمريكية تتضمن ـ في العادة ـ دراسة مقرَّرَين أو أكثر من التاريخ الطبيعي. أما اليوم، فإن متوسط عدد مقررات التاريخ الطبيعي المطلوبة للدرجة نفسها أصبح صفرًا. كما تناقص حجم محتوى التاريخ الطبيعي في مناهج وكتب علوم الأحياء بنسبة 40% خلال العقود الستة الماضية. أما درجات الدكتوراة الممنوحة في مجالات مرتبطة بالتاريخ الطبيعي، فقد أصبحت شحيحة ونادرة أكثر من ذي قبل. كذلك تتضاءل المقتنيات الحيوية، بعد أن وصل عدد العيِّنات البحثية من الأعشاب والنباتات في أوروبا وأمريكا الشمالية إلى ذروته في التسعينات.

أبحاث علوم الحياة لا تُستحدَث من عدم، ولا تفنى. إنها ـ ببساطة ـ تنتقل من صورة إلى أخرى. فبعد أن فقد التاريخ الطبيعي بريقه؛ ازدهرت علوم الأحياء الجزيئية، والوراثة، والأحياء التجريبية، والنمذجة البيئية. وهنا تكمن المشكلة، إذ تعتمد تخصصات علمية عديدة ـ بصورة أساسية ـ على بيانات وعيِّنات من التاريخ الطبيعي. وتساعد عمليات الرصد في الطبيعة على مقاومة الأمراض المعدية التي تنتقل بين الأنواع المختلفة؛ من أجل تحديد المسارات التي تؤدي إلى اكتشاف الأدوية، وإدارة المصايد والغابات والموارد الطبيعية الأخرى، والحفاظ على الكائنات والمنظومة البيئية.

كما كتب توكسبيري وزملاؤه: «لا تزال المعرفة المباشرة بالكائنات الحية، وهويّتها ومكان حياتها، وسلسلتها الغذائية، وأنماط سلوكياتها وكيفية وفاتها، تمثِّل أهمية قصوى للعِلْم والمجتمع»، فأفضل النظم الحسابية في العالم يعجز عن توجيه أفعالنا بدقة، إنْ لم تكن هذه النظم مبنيّة على فهم راسخ للحقائق الحالية، وما ستؤول إليه.

يتطلب بث الحياة في التاريخ الطبيعي ضبط الدوافع البحثية للمنح والمهن

الأكاديمية. فقد أصاب مقال بدورية «بايوساينس» *BioScience* عندما دعا علماء التاريخ الطبيعي إلى تأكيد أهمية مهنتهم للجامعات، ووكالات التمويل، والمؤسسات، والعامة، حيث لا ينبغي أن يحصل أي طالب في علم الأحياء على شهادة الدبلوم، دون دراسة مقرر واحد ـ على الأقل ـ في تحديد الكائنات الحية ومعرفة التقنيات الأساسية لمراقبة البيانات وتسجيلها عن هذه الكائنات. ويجدر بالدوريات العلمية الكبيرة أن تنشر أبحاث التاريخ الطبيعي الممتازة. وفي هذا الصدد.. فإن عودة قسم «منوعات التاريخ الطبيعي» في دورية «أمريكان ناتشوراليست» *American Naturalist* خطوة أولى جيدة.

التاريخ الطبيعي نفسه يمكنه أن يتطور؛ لكي يقدم المساعدة. وينبغي أن يواصل اتساعه؛ ليتجاوز نخبة علماء الطبيعة المنعزلين. ويجدر به أن يتجه إلى الاستفادة من الأدوات الرقمية الجديدة التي تتضمن نسخ المحمول من دلائل الإرشاد الميدانية (مثل تطبيق «ليفسناب» Leafsnap الذي يمكنه تحديد أنواع الأشجار من الصور الفوتوغرافية، وتطبيق «تشيرب!» Chirp! الذي يساعد المستخدمين في التعرف على زقزقة الطيور)، التي تقلل من مستوى العقبات والمهارات المطلوبة لمحبي رصد الطبيعة الذين يفتقرون إلى التدريب. وهناك أيضًا مستودعات البيانات الرقمية ـ مثل «إي بيرد» eBird الذي أنشأه «مختبر كورنيل لعلم الطيور» في إيثاكا بنيويورك، بالتعاون مع «جمعية أودوبون الطبيعية» في نيويورك ـ التي من شأنها مساعدة علماء الطبيعة اليوم على تبادل ملاحظاتهم ومقارنتها. هذه الأدوات يمكن استخدامها من قِبَل العامة؛ لبناء قواعد بيانات كبيرة يمكنها خدمة التجارب أو النماذج.

«لا ينبغي أن يحصل أي طالب في علم الأحياء على شهادة الدبلوم، دون دراسة مقرر واحد ـ على الأقل ـ في تحديد الكائنات الحية».

وقد أشار العلماء من جامعة ييل إلى أن قواعد البيانات هذه تمثل ركيزة حيوية لأغراض أخرى، مثل مراجعة وتدقيق الأرقام الحكومية الرسمية، التي ـ لسبب ما، أو لآخر ـ قد لا تعكس الموقف على الأرض، سواء في الهواء، أم في البحار.

إنّ التاريخ الطبيعي ليس مجرد علم فحسب، بل هو حرفة وهواية، لها متعتها الفنية والوجدانية العميقة، وهو تجسيد لعلاقة إيجابية مع الطبيعة. ولطالما شكَّل الهاتف المحمول ـ أكثر رمز شائع للثقافة الرقمية الطاغية ـ النقيض الخبيث للعلاقة المباشرة مع العالَم الطبيعي، إلا أنه من الممكن استخدام التكنولوجيا كأداة للتقارب مع الطبيعة، ويمكنها كذلك أن تكون حجابًا يعوق رؤيتنا لها.

المراقبون المخلصون للطبيعة ما زالوا موجودين بيننا. فهم يخترقون الغابات الكثيفة في ليالي الشتاء الباردة، حيث يُرى دخان أنفاسهم في ضوء القمر، ويشغِّلون أصوات الطيور على هواتفهم الذكية؛ والطيور ـ بدورها ـ ترد النداء. ■

كُنْ هنا الآن!

ثمة رؤى جديدة حول نظرية الكمّ قابلة للاختبار، وتحمل مجالات للتطبيق العملي، تأتي بأصداء مُرَحِّبَة من فيزياء الماضي.

لطالما عُرِفَ أنّ عبارة «اصْمُت واحْسِب» مرتبطةٌ بالفيزيائيّ الشهير في جامعة كورنيل، ديفيد مِرمين، الذي صاغ هذه العبارة بغية وصف كيفية استخدام العديد من علماء الفيزياء لنظرية الكمّ الرياضية، بدون التفكير مليًّا في تداعياتها الأعمق.

من الواضح أنّ مِرمين نفسه ليس راضيًا تمامًا بأن يصمت ويحسب، لكونه قضى عدة عقود في التمحيص في المعاني الكامنة وراء نظريّة الكمّ والنظرية المادّيّة، حيث كانت أبرز دراساته هذه تُنشر في العمود الخاص به في دوريّة «فيزيكس توداي». وحاليًا، يطرح مِرمين رؤية جديدة حول نظرية الكمّ، أَطلَقَ عليها مصطلح «بايزيانيزم»، أو اختصارًا.. «نظرية الكيوبايزم» (QBism)، لما تتضمنه هذه المفاهيم من إشكاليات راسخة منذ زمن. فكيف لنا أن نُوفِّق بين ما هو مترسِّخ في إدراكنا بأنّ اللحظة الآنية تبقى حالة خاصة مثلًا، وبين ما نعرفه عن الرؤية النسبية من حيث إنّ ما يُعرف بمفهوم الزمان والمكان هو بمثابة كمية متصلة.. تصل من الماضي إلى المستقبل مباشرةً، دون منْح أيّ امتيازات للحظة الآنِيَّة.

ربما يرى البعض أنّ هذا السؤال يدخل في إطار الأسئلة الغيبية. ومن المؤكّد أنه كلما ظلت هناك هُوَّة بين الآليات التقليدية لميكانيكا الكمّ، بما تحويه من دالّات موجية واحتمالات من جهة، وبين تجربتنا الواعية لهذا العالم من جهة أخرى، سيكون صعبًا وضع ذلك السؤال في الإطار المتشدد الذي عادةً ما تتطلّبه العلوم.

بَيْد أنّ نظرية الكيوبايزم تُقدّم لنا سبيلًا، كي نبقى في الصورة، رغم غياب أي ارتباط نظريّ بين العالم المجهري التجريدي الذرّي، والعالم الذاتي الملموس. تبيِّن الكيوبايزم أنّ نظرية الكم إنما تخبرنا عمَّا يستطيع المرء معرفته عن نظامٍ ما في ضوء ما يعرفه أصلًا أو يتوقّعه، كما هو الحال في استكشاف نظرية كثافات الاحتمال، أي «البايزيانيزم».

وما لبثت نظرية الكيوبايزم هذه أنْ جوبهت بانتقادات من فيزيائيين كثيرين، أعربوا عن عدم ارتياحهم لها، لكونهم يعتبرونها بمثابة رؤية ذاتية للعالم. ربما يفلح تأييد مِرمين لهذه النظرية في استقطاب تعاطف وتأييد كبيرَين. وعلى أيّة حال، فما يميِّز هذه الفكرة أنّها ترفض تجاهل الصراع ـ طويل الأمد ـ الدائر بين نظرية الكم التقليدية، ودورنا كمُشاهِدين.

بصرف النظر عن ميزات هذه الفكرة، بات جليًّا أنّ مِرمين مُطالَب بتقديم مناقشات أوسع حولها. وكما هو معروف، فإن أي رؤية حيال فيزياء الكم (والفيزياء الكلاسيكية) تُلامس حدود العالم الغيبي، تُعَدّ أمرًا باليًا منذ زمن، لكنّ مهندسي نظرية الكم الأوائل ـ مثل نيلز بور، وفيرنر هايزنبرج، وماكس بورن ـ لم يكن لديهم تحفظات إزاء دراسة القضايا الفلسفية التي تثيرها النظرية، وقد عانى أينشتاين معاناة كبيرة في تفسير إشكالية «اللحظة الآنِيَّة».

أشهر تلك الدراسات كانت المناقشات التي طرحها كُلٌّ من بور، وأينشتاين حول ما إذا كانت نظرية ميكانيكا الكم قد تركت أي مجال لفكرة ما تُعرف بالواقعية في عالمٍ محسوس قائم في حد ذاته، وخارج عن إطار جهودنا لمراقبته أو قياسه. وهنا، أصرّ بور على فكرة أنّ الفيزياء تطرّقت إلى الأشياء التي يمكننا معرفتها، وأغفل عن تبيان «كيف تكون هذه الأشياء حقيقة». وقد زعم بور ـ ومعه بورن وهايزنبرج ـ أنّ نظرية الكم تشكل تحدّيًا لفرضِيَّتَيّ السببية والحتمية اللتين تُعدَّان اليوم غير واقعيتَين.

جدير بالذكر أنّ مِرمين لم يكن الوحيد في استحضار هذا الجدال إلى حلبة الصراع العلمي من جديد. ففي مقالةٍ نُشرت في دوريّة «نيتشر»، وضع عالِمَا الفيزياء أرتور إيكر ورِيناتو رِينر العمل القائم على تشفير نظرية الكم في سياقٍ أوسع؛ ليشمل المفهوم الشائك لحرية الاختيار.

الأساليب الكمية لتشفير هذه المعلومات ـ حسب تقديراتهم، مصحوبةٌ بقدر قليل من حرية الاختيار ـ تَظَلُّ كافية من أجل إخفاء ما نريد؛ لتحقيق أي شكل من أشكال السريّة المضمونة، ويبقى التعويل على «حرية الاختيار أثمن مواردنا». هذا أيضًا يأتي كجزء من المزاعم التي كان من المجازفة بمكانٍ ـ قبل بضعة عقود ـ تجاهلها أو السخرية منها خلال أية أحاديث، حتى في المقاهي. هذا التطور يعبّر عن جرأة مُستجدة لدى الباحثين في الانخراط في تفسير معاني ونِتاجات فيزياء الكم. وهم بذلك يقومون بإثراء النقاش الدائر، أسوةً بما فعله بور، وأينشتاين، وزملاؤهما.

السؤال المحيّر.. لماذا الآن؟ فبدءًا من نهاية ثمانينات القرن الماضي، بدأنا نشهد اهتمامًا متناميًا لمحاولة فهم كينونة نظرية الكَمّ، وماذا تستطيع أن تخبرنا ـ بمصطلحات تقليدية ـ عن طبيعة العالم الذي نعيشه. ونعزو هذا جزئيًّا إلى التطور في التقنيات التجريبية، خاصةً في ظل عالم بصريات الكم، الذي نستطيع من خلاله فحص الأفكار المتعلقة بالظواهر التي نشهدها، مثل ظواهر التشابك الكمّي (وهو شكل من أشكال اتحاد الحالات المتباعدة للكمّ)، وقياس وسقوط الدالات الموجيّة، التي لم تكن إمكانية دراستها مُتاحة سابقًا، سوى عبر التكهنات النظرية فحسب. وفي المحصِّلة، بات باستطاعة علماء الفيزياء إبداء نظرة أكثر وضوحًا حيال الأسس الجوهرية لنظرية الكم، ولا سيّما عدم المركزيّة والسياقيّة لنُظُم الكَمّ، أي (الارتياب حول كيفية الحصول على النتائج).

أما العامل الآخر، فيكمن في التأكيد على فكرة أنّ نظرية الكم هي في الأصل نظرية معلومات، أي نظرية كل ما يمكننا أن نعرف، وننقل، ونشترك فيه. هذه الرؤية نجحت تلقائيًّا في ابتكار تطبيقات عملية جمّة، مثل التشفير الكمّي، والحوسبة الكمية البدائية، لكنها في الوقت نفسه أيقظت قضايا تأسيسية ـ وإنْ كانت بمُسمّيات جديدة ـ كنا نعتقد أنها مُرْجَأة لأجَلٍ غير مسمّى. ترينا هذه الرؤية أنّ بور، وأينشتاين كان باستطاعتهما رؤية النتائج المتشعبة للشق الفلسفيّ والمعرفيّ للعلم، لكن بافتقادهما لأية أدوات اختبارية لتحقيق تقدُّم على هذا الصعيد، كانا يشكّكان أن تخرج مثل هذه القضايا عن الإطار الغيبيّ. أما الآن، فالفرصة سانحة أمام العلماء إذا توفرت لديهم الثقة لطرح هذه القضايا من جديد. ■

NATURE.COM
للتعليق على المقالات، اضغط على المقالات الافتتاحية بعد الدخول على الرابط التالي:
go.nature.com/xhunqv

رؤيـة كـَوْنـيـّـة

امتـداد وقبـول عالـمي للعـلوم العـملية



بينما تبحث المدارس الإنجليزية تخفيض درجات العلوم العملية، يشير **جون باروك** إلى دول أخرى تتجه نحو زيادتها.

لدى إنجلترا خطة غريبة للتقليل من أهمية الجانب العملي للعلوم في المدارس، إذ اقترح اجتماع استشاري عقده «مكتب تنظيم المؤهلات والامتحانات» ألّا يتم احتساب درجات الجانب العملي للعلوم والواجبات المعملية في النتيجة النهائية لامتحانات المستوى المتقدم التي يجتازها طلاب المرحلة الثانوية بالمملكة المتحدة عند سن الـ18.

هذه خطوة تثير الكثير من الاستغراب، خاصةً إذا علمنا أن دولًا أخرى ـ منافسة لبريطانيا ـ بدأت تتنبه لأهمية إضافة المزيد من الجوانب العملية للعلوم في نُظُمها التعليمية. يساعدهم في ذلك علماء بريطانيون، وأنا واحد منهم.

إن هذه الدول ـ ومن بينها الصين، وبولندا، وأيرلندا ـ تدرك أن الممارسة العملية ليست مجرد جزء من العلم، وأنها مهمة لفهم العلوم وكيفية عملها، فهي أفضل طريق لإعطاء الطلاب المهارات التي سيحتاجونها لدعم الابتكارات التقنية. ولدى الصين ـ على وجه الخصوص ـ خطة طموحة في هذا السياق: فالمسؤولون هناك يعملون على تغيير ثقافة النظام المدرسي؛ ليُبرز المهارات العملية ويكافئها.

إن الجوانب العملية للعلوم تنطوي على أكثر من مجرد التدريب العملي عليها. فهي تدفع الطلاب إلى فهم الواقع، وابتكار طرق لاختبار مدى فهمهم له، واستيعاب أهمية الإحصاءات والأخطاء في مناقشاتهم.

أنا عالِم فلك. وهذا المجال يحوز ميزة كبيرة فيما يتعلق بالجانب العملي وخبرة التدريب العملية. وبإمكاننا جعْلها أوتوماتيكية، وتقديمها عن بُعْد. وبضربة واحدة يمكن التخلص من إحدى العقبات التي تعوق الممارسة العملية للعلوم في المدارس حول العالم، وهي طبيعة العمل المكلفة في المختبر، التي تتطلب معلمين ذوي خبرة عالية وفنيي مختبرات، الذين نعاني من نقص فيهم، لكن الفلك العملي سهل، إذا ما توفرت المعدات الصحيحة.

إن الكون يسير فوق رؤوسنا كل ليلة، ولا تتطلب الممارسة العملية سوى تليسكوب. وفي أواخر الثمانينات، وبعد أن تعب المجتمع الفلكي في المملكة المتحدة من ذلك الاحتياج الممل إلى التحكم في تلك التليسكوبات الضخمة ـ من خلال متابعتها بالعين ـ قرر أن يبحث إنشاء تليسكوبات روبوتية. وقد مُنِحتُ عقدًا بحثيًّا؛ لإثبات إمكانية إنشاء تليسكوب يعمل بشكل ذاتي.

كانت النتيجة إنشاء تليسكوب برادفورد الروبوتي (BRT)، الذي كان أول جهاز أتوماتيكي كليًّا من نوعه في العالم. وقد تم وضعه في البداية أعلى جبال بينيز في يوركشاير. وكان المستخدمون يقدمون قائمة بالأهداف التي يريدون رصدها، وينتظرون النتائج لتُرسَل إليهم عبر البريد الإلكتروني. كانت الأولوية لعلماء الفلك، لكن في الأعوام الأولى للإنترنت تمكَّنّا من إتاحة استخدامها لآلاف الناس. فقد أتَحْنا لهم استخدامًا مجانيًّا للجهاز في الأوقات التي لا يستخدمه فيها علماءُ الفلك.

وتم نقل التيليسكوب إلى جبل تيد في جزر الكناري. وهذا الجهاز يقوم بكل شيء يريده المستخدمون؛ من تقييم الحالة الجوية، وضبط الوضع الأمثل للرصد، وأخْذ بيانات المعايرة، ويعود للمستخدم بالحزمة كلها مصحوبة ببرامج تحليلية. وقد باتت الأوتوماتيكية اليوم خيارًا متاحًا في كافة التليسكوبات الكبيرة، ولكن بالنسبة إلى عوام الناس يبقى الأمر غير مألوف. (والمعتاد أن يكون أمام المستخدمين فترة محددة تبلغ نحو نصف ساعة للتحكم في التليسكوب، واستخدام كاميرات الويب في المرصد؛ لمعرفة ما إذا كان الجو مناسبًا أم لا، وتحريك التليسكوب ليتجه إلى هدف معين يريدون رصده).

NATURE.COM
يمكنك مناقشة هذه المقالة مباشرة من خلال:
go.nature.com/csqq9b

يستخدم نحو 90 ألف طالب و2500 مدرس في بريطانيا تليسكوب برادفورد. وتدفع المدارس الثانوية 195 جنيهًا إسترلينيًّا (326 دولارًا أمريكيًّا) سنويًّا، بينما تدفع المدارس الابتدائية 70 جنيهًا إسترلينيًّا. ولكل طالب اسم مستخدم يمكّنه من الدخول إلى التليسكوب من المنزل. يقوم أكثر من ثلث الطلاب البريطانيين بذلك، والنتائج مذهلة: يسارع الطلاب عائدين إلى المدرسة في اليوم التالي؛ ليخبروا مدرسيهم بما توصلوا إليه.

في العديد من المدارس يمثل التليسكوب جزءًا من برنامج دراسة الفلك في شهادة إتمام التعليم الثانوي العام (GCSE) التي يدرسها الطلاب عند سن 15 عامًا تقريبًا، وكذلك مناهج الفيزياء الفلكية في قسم الفيزياء بشهادة المستوى الرفيع، وهي واحدة من المواد التي يريد المسؤولون الآن تقليل عدد الدرجات المخصصة للجانب العملي منها.

> «إن مهارات الابتكار **والإبداع** هي حجر الأساس الضروري لإنشاء اقتصاد قائم على **المعرفة**».

إنّ ما تخسره بريطانيا ربما يكون هو ما سَتربحه الصين، إذ لم تُبدِ الصين في السابق اهتمامًا كبيرًا بالعلوم العملية في المدارس. فالجانب العملي ليس له وجود في اختبار جاوكاو (Gaokao)، وهو أهم اختبار يجتازه الطلاب في نهاية الدراسة الثانوية (عند سن 17 سنة)، ولذلك.. لم يأخذ أولياء الأمور والمدرسون تلك الممارسة العملية على محمل الجد.

هذا الوضع بدأ في التغيُّر. فهناك برنامج تجريبي يجرى في منطقة بكين بقيادة مدرسة تشين جينج لون، ومن المقرر أن يشهد إسهامات بمشروعات عملية للعلوم. وسيكون تليسكوب برادفورد المشروع الأساسي الذي يُقدَّم للطلاب، بدءًا من الفصل الدراسي الذي يبدأ هذا الربيع. وقد ساعدَنا «المجلس الثقافي البريطاني» ـ الذي يهتم بزيادة الفرص التعليمية الدولية والعلاقات الثقافية ـ على ترجمة موقعنا الإلكتروني إلى اللغة الصينية.

وإذا ما نجح البرنامج التجريبي؛ فإن هناك خططًا لتوسيع نطاقه. فنحن نجري محادثات مع الأكاديمية الصينية للعلوم حول كيفية قيامها بإنشاء تليسكوبات روبوتية خاصة بها. وتعمل القبة السماوية في بكين، وجامعة تسينغوا، وجامعة جنوب الصين للتقنية في جوانجزو، على تطوير طرق للسماح لكافة الطلاب الصينيين بالوصول إلى هذه التليسكوبات.

هناك اهتمام بهذا الأمر في أماكن أخرى كذلك. فقد أجرت أيرلندا برنامجًا تجريبيًّا ناجحًا للغاية في العام الماضي من خلال كلية دبلن الجامعية، وهي الآن تدرس كيفية توسعة نطاقه؛ ليشمل كافة المدارس الثانوية في أيرلندا. وفي مدينة أوبول في بولندا ينظم قسم الفيزياء بجامعة وارسو برنامجًا تجريبيًّا له الأهداف نفسها. كل هذه التطورات الدولية تدفعها تطلعات إلى إنشاء اقتصاديات معرفة قائمة على التقنية، وذات عمالة تتمتع برواتب مجزية.

إن مهارات الابتكار والإبداع التي يتم تطويرها من خلال العلوم العملية هي حجر الأساس الضروري لإنشاء اقتصاد قائم على المعرفة. ولا شك أن الصينيين ـ وغيرهم ممن يستخدمون التقنية البريطانية لتعزيز قدراتهم التنافسية ـ ينظرون باستغراب كبير لخطط إنجلترا لإلغاء الجانب العملي للعلوم في شهادات المستوى الرفيع. ■

جون باروك أستاذ مساعد في جامعة برادفورد، وأستاذ زائر في جامعة جنوب الصين للتقنية في جوانجزو.
البريد الإلكتروني: john@telescope.org

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

نظرة شخصية على الأحداث



مطلوب.. كاشف عمليات احتيال، ذو حاسّة سياسية خارقة

كولين ماسيلوين يناقش استقالة نارية لرجل دمث الأخلاق، تخلّف وراءها مكانًا شاغرًا بواحد من أكبر مكاتب التحقيق في عمليات الاحتيال العلمي في العالم.

بعد أنْ ترك ديفيد رايت مكتبَ نزاهة الأبحاث (ORI) بهيئة الصحة العامة الأمريكية في شهر مارس الماضي، أعتقدُ أنّ الجميع قد علموا لماذا استقال من عمله.. فخطاب استقالة رايت ـ المقدَّم إلى مساعد وزير الصحة، وتم تسريبه في مارس الماضي ـ كان مباشرًا بشكل غير تقليدي. «إنني مستاء كأمريكي حريص على دفع الضرائب مِنْ أنّ البيروقراطية الفيدرالية ـ على الأقل الجزئية التي عانيت منها شخصيًّا ـ عقيمة إلى أبعد الحدود»، هكذا كانت كلماته التي خطّها لرئيسه السابق في مذكرة ذيّلها بنماذج مختارة بعناية من العجرفة البيروقراطية. وفي مثال على ذلك.. ـ على حد تعليق رايت، أنه سعى للحصول على تقييم لخدمات الدعم المتاحة لمكتب نزاهة الأبحاث، فقيل له «إن ثمة محاولات جرت في اتجاه إجراء تقييمات منذ سنوات قليلة، لكن النتائج كانت سلبية جدًّا، لدرجة أنه لم تُجرَ أيّ تقييمات جديدة».

يختتم رايت ـ المؤرخ العلمي، ومسؤول نزاهة الأبحاث السابق بجامعة ولاية متشيجان، في إيست لانسينج ـ خطابه بوعد متفائل بنشر نسخة من السجل اليومي الذي احتفظ به في مكتب نزاهة الأبحاث، «لمشاركة تجربته وملاحظاته مع زملائه في الحكومة، وغيرهم من أعضاء مجتمع الأبحاث المنضبط»، وأنت منهم عزيزي القارئ.

سيُذهل كُلّ مَنْ تَعامَل مع رايت على المستوى المهني؛ إذ يرى الرجل يفصح عن آرائه هكذا، دون مواربة. إنه ليس من النوع الذي يميل إلى زعزعة الاستقرار؛ فهو مسؤول دمث ومجامل، من الصعب أن يلتقي المرء بمثله. وهناك شعور دفين في الدوائر العلمية المعنيّة بمخالفة السلوك البحثي بأنه واحد من الأخيار.

يقول مارك فرانكل، رئيس قسم المسؤولية العلمية، التابع لبرنامج حقوق الإنسان والقانون بالجمعية الأمريكية لتطوير العلوم في واشنطن العاصمة: «كثيرٌ منا يتساءلون: إلى أين يمكن أن نمضي قدمًا من هنا». هكذا تصاعدت التساؤلات عندما انهارت عضوية مجلس إدارة واحدٍ من أكبر مكاتب التحقيق في مخالفات السلوك البحثي، وأكثرها عراقة— مجلس الإدارة الذي كان يفتقر إلى مدير دائم لعامين، قبل تعيين رايت في عام 2012.

تأسّس مكتب نزاهة الأبحاث منذ 22 عامًا في أعقاب قضية ديفيد بالتيمور، التي زعزعت ادّعاءات الاحتيال فيها (ورفضتها المحكمة لاحقًا) معملَ واحدٍ من أبرز علماء الأحياء الأمريكان على الإطلاق. من المفترض أن يثقف طاقم عمل المؤسسة ـ البالغ عدده 25 شخصًا ـ عشرات الآلاف من الباحثين حول السلوكيات البحثية القويمة، بالإضافة إلى الإشراف على تحقيقات في إساءة الإجراءات البحثية من الباحثين المموَّلين من قِبَل معاهد الصحة الوطنية الأمريكية (NIH)، وهي أكبر هيئة أبحاث على مستوى العالم، لكنّ المكتب تأسّس للتعامل مع مجموعة من القضايا التي كان من المفترَض أن تنشأ. وحسب التقرير الذي نشره في ديسمبر 2013 دانيال فانيلي بجامعة إدنبرا بالمملكة المتحدة (D. Fanelli *PLoS Med*. **10**, e1001563; 2013)، فإن نسبة الادعاءات التي تلقّاها مكتب نزاهة الأبحاث ـ وتم التحقيق فيها والانتهاء منها ـ تراجعت إلى النصف على مدار 20 عامًا. يبدد خطاب رايت شكوكًا دامت لفترة طويلة حيال قدرة المكتب على التعامل مع عدد من القضايا التي كان ينبغي أن تتوسع بالتزامن مع نمو معاهد الصحة الوطنية الأمريكية نفسها، حسب الأدلة المتاحة.

NATURE.COM
يمكنك مناقشة هذه المقالة مباشرة من خلال:
go.nature.com/dbklie

إنّ إدارة الرئيس باراك أوباما بحاجة إلى السيطرة على ذلك الوضع، قبل أن تظهر قضية شائكة تفجر الأوضاع ـ كقضية أندرو ويكفيلد، ولقاح الحصبة والنكاف والحصبة الألمانية في المملكة المتحدة ـ فلا يستطيع مكتب نزاهة الأبحاث أن يتكيف معها. وإذا لم تفعل إدارة أوباما ذلك؛ فقد يبادر الكونجرس بهذه الخطوة. ففي فبراير الماضي، طالَب عضو مجلس الشيوخ، تشاك جراسلي (الجمهوري، عن ولاية أيوا)، أنْ يفسر مكتب نزاهة الأبحاث معاملته المتساهلة لدونج-بيو هان Dong-Pyou Han، الفيزيائي بجامعة ولاية أيوا في أمِس، الذي حُرِمَ من طلب تمويل معاهد الصحة الوطنية لثلاث سنوات، بعد تزويره بيانات متعلقة بتجارب لقاح الإيدز ،التي كلَّفت المعاهد 19 مليون دولار أمريكي.

ليس من المعروف إلى أيّ مدى أسهمت مُطالَبة جراسلي ـ عالية النبرة ـ بإجابات على مسألة رحيل رايت، لكن الانتباه الذي أولاه واحدٌ من أكثر الأصوات مهابةً واحترامًا بالكونجرس الأمريكي يمكن أن يزيد حِدّة المناخ السياسي الملتهب، الذي يعزوه خطاب استقالته إلى مشكلات تعيب مكتب نزاهة الأبحاث.

هذه المشكلات قديمة جدًّا.. إذ يخضع مكتب نزاهة الأبحاث إلى إشراف مساعد وزير الصحة، بدلًا من أين يكون مستقلًّا بشكل ملائم، شأنه شأن المفتشين العموميين الذين يراقبون (بلا كفاءة) قضايا الاحتيال العلمي بمؤسسة العلوم الوطنية (NSF)، وغيرها من المؤسسات. واختصاص تنفيذه لعقوبات (التزوير، والتلفيق، والانتحال، أو الاحتيال) محدود جدًّا، وميزانيته مقيَّدة جدًّا.

> «يجب أن يملأ الفراغ الذي تركه ـ على **وجه السرعة** ـ شخصٌ يحظى باحترام الأخلاقيين والباحثين ـ على حد سواء ـ في **مجال الصحة**».

لقد ضربتْ كندا بالفعل مثالًا يُحتذى به. ففي عام 2011، أسست إطار عمل الهيئات الثلاث: السلوك المسؤول للأبحاث. ويتمتع المكتب بفريق عمل كبير نسبيًّا، قوامه 8 أشخاص، وهو ما يوازي عُشر حجم ما يوازيه في المنظومة البحثية بالولايات المتحدة الأمريكية، واختصاص يتجاوز بكثير قضايا التزوير والتلفيق والانتحال، وتقوم على إدارته سوزان تسيمرمان، وهي محامية عنيدة، من المستبعَد أن تتساهل مع الأكاديميين المتلاعبين الذين لا يكفّون عن التذمر بشأن «الإبداع».

تأتي استقالة رايت في وقت يُعتبر فيه مجلس برئاسة روبرت نيريم Robert Nerem ـ الخبير بالهندسة الحيوية بمعهد جورجيا للتكنولوجيا في أتلانتا ـ في المراحل النهائية لدراسة الأكاديمية الوطنية للعلوم حول نزاهة الأبحاث في 20 عامًا. ويُحتمَل أن يوصي التقرير بتعزيز مكتب نزاهة الأبحاث عن طريق توسعة اختصاصه بما يتجاوز قضايا التزوير والتلفيق والانتحال، والتنسيق ما بين منهج عمله ومؤسسة العلوم الوطنية، وغيرها من المؤسسات، ولكنْ في ظل غياب قيادة لمكتب نزاهة الأبحاث، قد يكون تقرير الأكاديمية أيضًا أكثر عرضة للإهمال.

لقد كنتُ متفائلًا بالتعامل مع شؤون سوء الإجراءات؛ فمنذ حوالي 18 شهرًا، كتبتُ عن أنّ المجتمع العالمي بدأ يُحْكِم سيطرته على هذا الموضوع. وكان تعيين رايت خطوةً عظيمة على درب التقدم، وكان رحيله انتكاسة كبيرة. ويجب أن يملأ الفراغ الذي تركه على وجه السرعة شخصٌ يحظى باحترام الأخلاقيين والباحثين في مجال الصحة على حد سواء. ويجب أيضًا أن يتحلى بالمهارات اللازمة لبناء جسور مع الكونجرس الأمريكي: ربما شخصية دبلوماسية، على أن تكون لديها القدرة على صدّ الهجمات التي يتعرض لها مكتب نزاهة الأبحاث. ■

كولين ماسيلوين يكتب في مجال سياسات العلوم من إدنبرا بالمملكة المتحدة.
البريد الإلكتروني: cfmworldview@gmail.com

أضـواء على الأبحـاث

مقتطفات من الأدبيات العلميـة

الكيمياء العضوية

محفِّز يسهل إنتاج الوقود

يستطيع محفِّز تحسين صناعة الميثانول ـ وهو وقود واعد بمجال الطاقة المتجددة ـ من ثاني أكسيد الكربون. تتطلب الأساليب الحالية ضغوطًا عالية، أو تُنتج أول أكسيد الكربون، وهو منتج ثانوي غير مرغوب فيه.

وقد صمَّم ينس نورشكوف وزملاؤه ـ بجامعة ستانفورد في كاليفورنيا ـ نموذج اختزال كيميائي لثاني أكسيد الكربون إلى ميثانول تحت الضغط المحيط، وحدَّدوا مركبات نيكل–جاليوم كمحفزات واعدة.

صَنَّع الباحثون سلسلة من هذه المحفزات واختبروها؛ فوجدوا أن مركب Ni_5Ga_3 أنتج الكميات نفسها أو أكثر من الميثانول، مقارنةً بمحفزات تقليدية، بل وفي الوقت نفسه أنتج قدرًا أقل من أول أكسيد الكربون، وذلك كله تحت الضغط الطبيعي (المحيط).

يقول الباحثون إنه يمكن استخدام هذا المحفز لتصنيع وقود الميثانول في خلايا الوقود مثلًا.

***Nature Chem*. http://doi.org/rss (2014)**

BRYCE VICKMARK



تقنية النانو الحيوية

أنابيب نانوية تنشِّط التمثيل الضوئي

يمكن لأنابيب نانوية كربونية تتخلل أوراق النباتات أن تُعزِّز نشاط التمثيل الضوئي، بل وتُحوِّلُ النباتات إلى حسّاسات (مستشعِرات) كيميائية.

استخدم مايكل سترانو وزملاؤه ـ بمعهد تكنولوجيا ماساتشوستس بكمبريدج ـ مجهر الأشعة قرب تحت الحمراء؛ لتعقُّب أنابيب نانوية كربونية أحادية الجدران في أوراق نبات أرابيدوبسيس (في الصورة)، وفي البلاستيدات الخضراء المستخرَجة منها، وهي عُضيّة التمثيل الضوئي في النباتات. وجد الباحثون أن الأنابيب النانوية تدمج نفسها في الغلاف (الغشاء) الخارجي للبلاستيدات الخضراء. وتضاعِف الأنابيب النانوية الكربونية شبه المُوصِّلة نشاطَ التمثيل الضوئي بثلاثة أضعاف في البلاستيدات الخضراء المُستخرَجة، مقارنةً بتلك الخالية من الجسيمات النانوية، من خلال تعزيز نقل الإلكترون.

كما أظهر الباحثون أن الأوراق ذات الأنابيب النانوية الكربونية الاستشعاعية ـ المصمَّمة لوقف التوهج في وجود أكسيد النيتريك الملوث ـ أوقفت الاستشعاع أيضًا عندما تعرضت للملوث. يقول الباحثون إن الأنابيب النانوية الكربونية تتيح للنباتات الكشف عن كيميائيات أخرى، كالمبيدات الحشرية.

***Nature Mater*. http://doi.org/rxc (2014)**

سلوك الحيوان

الغرير يتجوّل لعدة أميال

يستطيع الغُرير (حيوان ثديي قصير القوائم) المشي مسافات أطول كثيرًا مما كان يُعتقَد سابقًا. وهذا الاكتشاف قد يؤثر في تدابير إعدام الحيوانات، أو تطعيمها لمنع انتشار مرض السُّل البقري.

وكان أندرو بيرن وزملاؤه ـ بكلية دبلن الجامعية بأيرلندا ـ قد وسموا 963 غريرًا أوروبيًّا (**الصورة**) بين عامي 2008 و2012، ثم عاودوا اصطيادها؛ لتحديد تحركاتها عبر 755 كيلومترًا مربعًا في مقاطعة كيلكني، أيرلندا. كان حوالي نصف الحيوانات التي أُعيد اصطيادها من جحورها نفسها عند اصطيادها أول مرة، وانتقل 43% منها لمسافة أقل من كيلومتر واحد، وغامر بعضها مسافات طويلة نسبيًّا، حيث تجاوزت 5% من تحركاتها لمسافة 7.3 كيلومترات، وارتحل أحدها لأكثر من 22 كيلومترًا.

يرى الباحثون أن على المسؤولين الذين يسعون لحصر نطاق المرض بمناطق محددة أن يوسّعوا مدى المناطق العازلة 7.3 كيلومترات على الأقل.

***J. Anim. Ecol*. http://doi.org/rwh (2014)**

DAVID J. SLATER/ALAMY



علم الأعصاب

الضوء البرتقالي يعزِّز قدرة الدماغ

يُمكن أن يؤثر لون الضوء الذي يتعرض له الشخص في كفاءة أداء الدماغ لوظائفه. فقد قام جيل فانديفال ـ من جامعة لييج ببلجيكا ـ وهوارد كوبر ـ من المعهد الوطني الفرنسي لبحوث الصحة والطب في برون ـ وزملاؤهما بتعريض 16 متطوعًا للضوء الأزرق، أو الأخضر، أو البرتقالي لمدة 10 دقائق، ثم أبقوهم في الظلام لمدة 70 دقيقة. سَجَّل الباحثون نشاط أدمغة المتطوعين أثناء قيامهم باختبارات إدراكيّة تحت الضوء الأخضر. وأظهر المشاركون الذين تعرضوا للضوء البرتقالي نشاطًا أكثر في قشرة الفص الجبهي، المشارِكة في الوظائف الادراكية العليا، مِن الذين تعرضوا للضوء الأزرق.

وتشير النتائج إلى أن بروتينًا حساسًا للضوء في شبكية العين، يسمى ميلانوبسين melanopsin، غير مشارك في الإبصار، لكنه مُهيَّأ لاستقبال الضوء البرتقالي-الأحمر، يستطيع التأثير في الإدراك.

***Proc. Natl Acad. Sci. USA* http://doi.org/rwf (2014)**

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

علم الآثار

القطط استؤنست مبكرًا في مصر

ربما كان استئناس قدماء المصريين للقطط البرية أقدم بألفي سنة تقريبًا مما كان يُعتقد سابقًا.

إذ تصوِّر الأعمال الفنية المصرية القديمة منذ 4000 سنة قططًا مستأنسة بجانب البشر، لكن في عام 2008، اكتشف ويم فان نير وزملاؤه ـ بالمعهد الملكي البلجيكي للعلوم الطبيعية في بروكسل ـ ستة هياكل عظمية لقطط مدفونة في مقبرة لنخبة المصريين، تعود إلى الألفية الرابعة قبل الميلاد. تشبه الأسنان والعظام مثيلاتها في قطط السنوريّات المستأنسة الحديثة. يقول الباحثون إن قطط المقبرة تشمل زوجين من القطط الصغيرة، وذكرًا، وأنثى أكبر سنًّا، وقد وُلِدت ـ على ما يبدو ـ في غير موسم تكاثر القطط البرية، مما يشير إلى أنه كان للبشر دور في تربيتها.

J. Arch. Sci. **http://doi.org/rsg (2014)**

البيولوجيا الجزيئية

كيف تجد البروتينات مواقع تقييدها

التقط الباحثون صورًا لبروتينات فرادى تبحث عن مواقع تقييدها على الحمض النووي، وقدَّروا أجزاء هذه العملية كميًّا.

درس جي ليو وفريقه ـ بمعهد هوارد هيوز الطبي في أشبورن، فرجينيا ـ عوامل الانتساخ (وهي بروتينات تتقيد إلى جينات محددة لتنظيم نشاطها) في خلايا فئران جذعية جنينيّة حيّة مفردة. استخدم الباحثون المجهر لتعقُّب جزيئات فردية من Sox2، و Oct4، وهما منظمان رئيسان لجينات الخلايا الجذعية. وجد الباحثون أن الجزيئين يستخدمان نهج التجربة والخطأ؛ بحثًا عن مواقع تقييدهما بالاصطدام بالحمض النووي والابتعاد عنه والاصطدام مرة أخرى حوالي 90 مرة قبل العثور على أهدافهما. تستغرق العملية حوالي 6 دقائق، وتظل عوامل الانتساخ مُقيّدة إلى المواقع المُستهدفة لحوالي 12—14 ثانية.

يصطدم Sox2 ثم ينزلق بامتداد مسافات قصيرة من الحمض النووي. كما يتقيّد Sox2 قبل Oct4، فيساعده على إيجاد موقعه.

Cell **156, 1274–1285 (2014)**

علم البيئة

المناخ الأدفأ يربك شبكة الغذاء

كشفت دراسة لريش الطيور البحرية كيف يحول تغيُّر المناخ شبكة الغذاء في المحيط الهندي.

استدل ألكساندر بوند ـ من جامعة ساسكاتشوان في ساسكاتون بكندا ـ وجنيفر لافرز ـ من جامعة تسمانيا في هوبارت بأستراليا ـ على غذاء طائر جلم الماء لَحْمِيّ القدمين بالنظر في نسب نظائر الكربون والنيتروجين في ريش الطيور التي جُمِعَت بين عامي 1936، و2011.

وجد الباحثان أن مستويات النظائر الثقيلة ـ الموجودة بتركيزات أكبر لدى أنواع بأعلى مستويات التسلسل الغذائي ـ هبطت في ريش جلم الماء بمرور السنين؛ مما يشير إلى أن الطيور تأكل حيوانات أدنى منها في التسلسل الغذائي. قد يكون هذا نتيجة افتقاد السمك الكبير بواسطة الصيد. كذلك، قد يَقصُر طول التسلسل الغذائي لجلم الماء؛ بسبب انخفاض تدفق المغذيّات إلى المحيط الهندي؛ نتيجة احترار المناخ الذي يُضعِف تيار لِوين قرب ساحل أستراليا الغربي.

Glob. Change Biol. **http://doi.org/rrp (2014)**

الزراعة

احترار المناخ يهدِّد المحاصيل

يمكن أن يُؤدي تغيُّر المناخ إلى انخفاض غلة محاصيل الغذاء الأساسية بمعظم أنحاء العالم، ابتداء من ثلاثينات القرن الحالي، فصاعدًا.

قارن أندرو تشالينور وفريقه بجامعة ليدز، المملكة المتحدة، بين نتائج أكثر من 1,700 محاكاة لتأثيرات تغيُّر المناخ ـ بمختلف استراتيجيات التكيُّف، وبدونها ـ على الغلة السنوية لمحاصيل القمح، والأرز، والذرة. وتوضح البيانات أنه ـ بدون تكيُّف ـ سينخفض متوسط إمدادات المحاصيل الغذائية بنسبة 5%، كلما زادت درجات الحرارة درجة مئوية واحدة.

ويمكن تجنُّب خسائر القمح في المناخات المعتدلة والأرز في البيئات المدارية، أو حتى زيادة المحصول، وذلك بتغيير عوامل معينة، مثل تنويعة المحاصيل، وتوقيت الاستنبات، واستخدام الأسمدة، والري. ويحذِّر الباحثون من أنّ تدابير التكيف قد لا تُقدِّم الفائدة المرجوة لغلة محصول الذرة، خاصةً بالمناطق المدارية.

Nature Clim. Change **http://doi.org/rw9 (2014)**

التطور البشري

المستكشفون من أشباه البشر

يُحتمَل أن تكون هجرات أشباه البشر ـ كالتي خرجت من أفريقيا ـ قد قادها أفراد أقل استبصارًا.

فقد صاغ فريق بقيادة كولن رين ـ من جامعة ماكجيل بمونتريال، كندا ـ نماذج لسلوك هجرة الأفراد، أساسها تعقيد البيئة، وقدرتهم الإدراكية على التقييم والبحث عن بيئات أفضل.

تنبَّأ النموذج بأنّ أشباه البشر الأقل استبصارًا كانوا أكثر عرضة للعثور مصادفةً على موطِن أفضل، وبالتالي انتشروا بمناطق جديدة. كذلك، عزّزت البيئات المتجانسة جهود الاستكشاف، لأن مستوى الموارد الأكثر ثباتًا أتاح للمستكشفين السفر لمسافات أبعد مما تتيح البيئات غير المتجانسة.

J. Hum. Evol. **http://doi.org/rwd (2014)**

الهندسة

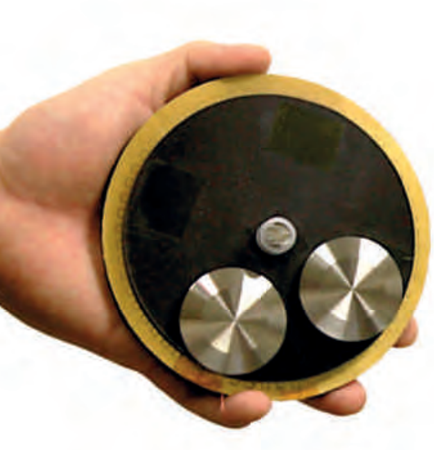
الرَّجّ.. لتوليد طاقة

يومًا ما، قد يُستخدم جهاز يُوَلِّد الكهرباء من خلال التلامس والاحتكاك؛ لحصاد الطاقة من الحركة البشرية؛ لشحن الإلكترونيات المحمولة.

فقد صمّم جونج لين وانج وزملاؤه ـ بمعهد تكنولوجيا جورجيا بأتلانتا ـ مُولِّدًا مدمجًا خفيف الوزن (**الصورة**)، يتألف من قرص طُلِيَ بالنحاس، يدور ويحتكّ بقاعدة ثابتة تحوي طبقة من الأقطاب الكهربائية وسطحًا مُوَصِّلًا. يستطيع الجهاز حصْد الطاقة الميكانيكية من الرياح المعتدلة، وتدفق مياه الصنبور، وحركات الجسم العادية.

يقول الباحثون إنه يمكن تطوير هذه التكنولوجيا؛ لتوليد الطاقة على نطاق واسع.

Nature Commun. **5,3426 (2014)**



GUANG ZHU/ZHONG LIN WANG/BEIJING INST. NANOENERGY NANOSYSTEMS/GEORGIA TECH

اختيار المجتمع

الأبحاث الأكثر قراءة في العلوم

علم الأعصاب

لماذا يمنح التربيتُ الدافئ شعورًا ممتعًا؟

الأكثر قراءة على www.jneurosci.org في فترة فبراير

الألياف العصبية في الجلد البشري الحساسة للمس اللطيف مهيَّأة بشكل خاص للاستجابة للتربيتات البطيئة عند درجة حرارة الجلد.

استخدمت روشيل أكرلي وزملاؤها ـ بجامعة جوتنبرج، بالسويد ـ مجسًّا روبوتيًّا للتربيت على سواعد متطوعين، بسرعات ودرجات حرارة مختلفة. في إحدى التجارب، سجَّل الباحثون الاستجابات الكهربية للأعصاب، المعروفة بألياف اللمس–C، في جلود 18 مشاركًا. وفي تجربة أخرى، أجروا تقييمًا لمدى المتعة التي شعر بها 30 مشاركًا مختلفًا لدى كل تربيتة.

أطلقت ألياف اللمس–C إشاراتها بتواتر أكثر، وأفاد المشاركون شعورهم بمتعة أكبر، عندما كان التربيت بطيئًا، وكانت درجة حرارة المجسّ قريبة من درجة حرارة الجلد العادية. تشير النتائج إلى أن للألياف دورًا في تفاعلات اجتماعية مهمة تطوريًّا تعتمد على اللمس، كما في العلاقات الرومانسية، أو عند تغذية الطفل.

J. Neuro. **34, 2879 –2883 (2014)**

NATURE.COM

يمكنك الحصول على تحديثات الأبحاث اليومية مباشرة من خلال:
www.nature.com/latestresearch

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

المواد

سيراميك قوي وصَلْد يشبه الصَّدَف

أظهرت مادة سيراميكية تم توليفها باستخدام بلورات ثلج ـ بمثابة قالب ـ مزيجًا نادرًا من القوة الشديدة، والمتانة، والصلابة.

فقد قام سيلفان دوفيل وزملاؤه ـ بالمركز الوطني الفرنسي للبحوث العلمية بكافايون ـ بصناعة هذه المادة من صفائح أكسيد الألومنيوم (ألومينا)، وحبيبات ألومينا نانويّة، وزجاج سيليكا–كالسيا. وعندما جَمَّد الفريقُ المواد؛ نمَت بلورات ثلج؛ مسبِّبَةً اصطفاف الصفائح في طبقات، مُحتجزةً بينها الحبيبات النانوية. ويمكن ضغط هذه الطبقات، وجعْلها متلبدة على هيئة قطع، قطرها بضعة سنتيمترات، وسُمْكها بضعة ملّيمترات.

ولُوحظ تحت المجهر أن هذه المادة تشبه عرق اللؤلؤ، الذي يُشكل أصدافًا بحرية عديدة، ويُضاهي قوّة وقسوة عدة سبائك ألومنيوم مستخدَمة هندسيًّا، لكن بصلابة وقوة أعلى، تحتفظ بهما حتى 600 درجة مئوية.

***Nature Mat*. http://doi.org/r29 (2014)**



الإلكترونيّات

حسّاس يلصق بالجلد؛ لقياس نشاط العضلات

هناك جهاز رقيق قابل للارتداء ـ كملصقات الوشم المؤقت ـ يستطيع قياس بيانات نشاط العضلات، وتخزينها ونقلها، كما يطلق العقاقير المدمجة به في جِلْد مَنْ يرتديه.

وقد بَنَى داي هيونج كيم وزملاؤه ـ بجامعة سيول الوطنية بكوريا الجنوبية ـ جهازهم (في الصورة) بوضع طبقات مواد نانويّة قابلة للمطّ على مادة بوليمر مطّاطة، مُصمَّمة لمحاكاة ليونة ومرونة الجلد. عملت المواد النانوية كحسّاسات للالتواء ودرجة الحرارة، ووحدات ذاكرة، وسخّانات دقيقة، وناقلات للعقاقير. وأظهر الباحثون أنه لدى وضع الجهاز على الجلد البشري، ظلّ مكانه وتَشَكَّل مع الجلد. قاس الجهاز محاكاة ارتعاش يد، ونقْل العقاقير عبر الجلد عندما وَلَّدت السخانات الدقيقة حرارةً كافية.

يَستخدِم الجهاز وصلةً سلكيّة؛ لإمداده بالطاقة ونقل البيانات، لكنْ الفريق يهدف إلى تطوير نسخة لاسلكية؛ للاستخدام بواسطة مرضى اضطرابات الحركة.

***Nature Nanotechnol*. http://dx.doi.org/10.1038/nnano.2014.38 (2014)**

DONGHEE SON/JONGHA LEE

علم الحيوان

كيف يتحكم الحَبَّار في تألّقه

يتحكم الحَبّار في التقزُّح اللوني الديناميكي لجلده بطريقة تختلف عن طريقة تَحَكُّمه في ألوان الصبغة.

فقد أظهرت باولا جونزاليس بليدو ـ بجامعة كمبريدج بالمملكة المتحدة ـ وتريفور واردل ـ بمختبر البيولوجيا البحرية في وودز هول، ماساتشوستس ـ وزملاؤهما أن التقزُّح اللوني في الحَبّار الأطلسي طويل الزعنفة (*Doryteuthis pealeii*) يُتحكم فيه جزئيًّا خارج الدماغ من خلال العقدة النجمية. ونَجَمَ عن قطع مدخلات التغذية العصبية إلى هذه العقدة ـ في جانب واحد من الجسم ـ اختفاء التقزُّح اللوني على هذا الجانب (**الصورة**) في غضون 10 دقائق، وأصبحت البِنَى المسؤولة عن هذا التقزُّح شفافة.

ويتطلب التقزُّح اللوني والسيطرة على الألوان الصبغية تغذية عصبية من الدماغ عبر العصب البالَوِيّ (متعلق بقشرة المخ)، لكن الإشارة العصبية للتقزُّح اللوني مستمدَّة من العقدة النجمية. وبعكس ذلك.. يتم التحكم في إشارات تغيرات صبغة الجلد بشكل منفصل من خلال عصب الزعنفة.

***J. Exp. Bio*. 217, 850–858 (2014)**

PALOMA T. GONZALEZ-BELLIDO

علوم الغلاف الجوي

طائرة ترصد العواصف الاستوائية

يمكن لطائرة تُحلِّق فوق المحيطات المدارية أن تُحسِّن بشكل كبير دقة تنبؤات العواصف، من خلال تسجيل قياسات جوية عالية الاستبانة.

وقد طوّرت جنيفر هاس وفريقها ـ بمعهد سكريبس لعلوم المحيطات في لاجولا، كاليفورنيا ـ نظامًا للتموضع الكوكبي محمولاً جوًّا، يستخدم إشارات الراديو؛ لاستشعار وتحديد الأحوال الجوية بدقة. وفي عام 2010، خلال رحلات جوية بحثية نحو خلية عاصفة (كتلة هوائية تمثل أصغر وحدات نظام إنتاج العاصفة) فوق البحر الكاريبي، تطورت إلى إعصار كارل، وجد الفريق أن نظامهم يتسق مع بيانات مستمدة من منظومات محمولة فضائيًّا، وزاد عدد الأنماط الجوية الملتقطة بمنطقة العاصفة بأكثر من 50%. يعتقد الباحثون أنه إذا نُشر الجهاز على الطائرات التجارية، يمكن لهذه التقنية إنتاج كميات ضخمة من البيانات لاستخدامها بمجال الأرصاد الجوية.

***Geophys. Res.* Lett. http://doi.org/rzd (2014)**

سلوك الحيوان

حوت يسجل رقمًا قياسيًّا في عُمْق الغوْص

سجَّل حوت كوفيه أبو منقار رقمًا قياسيًّا جديدًا لأعمق غوص معروف حققه حيوان ثديي، بلغ 2,992 مترًا.

أرفق جريجوري شور وزملاؤه ـ بوحدة بحوث "كاسكاديا" في أوليمبيا، واشنطن ـ أجهزة متصلة بالأقمار الاصطناعية لثمانية من حيتان كوفيه أبو منقار (*Ziphius cavirostris*)، وجمعوا بيانات غطت أكثر من 3,700 ساعة عن تحركاتها قبالة ساحل كاليفورنيا. غاص أحد الحيتان لمدة 137.5 دقيقة، أي لمدة أطول بحوالي 18 دقيقة من الرقم القياسي السابق للغوص العميق، الذي حققته فقمة الفيل الجنوبية (*Mirounga leonina*). وتجاوز حوتٌ آخَر الرقم القياسي لعمق الغوص المسجَّل للفقمة بأكثر من 600 متر.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

يقول الباحثون إن هذا السلوك يبدو شاذًّا، وقد يعود إلى فرط استخدام السونار البحري بجزء من منطقة الدراسة.

PLoS ONE **9, e92633 (2014)**

وراثيات السرطان

السرطان يستمر بإسكات جين

قد يصبح سرطان الثدي مقاومًا للعلاج باستمالة آلية لإسكات الجينات، حسب ما أعلنه فريق بقيادة شتيفي أوسترّايخ بجامعة بيتسبرج، بنسلفانيا.

إنّ هرمون الإستروجين ـ الذي يدفع بالعديد من سرطانات الثدي ـ يُخْمِد نشاط جين HOXC10 المُناهِض للأورام، وتحرِّر العقاقير المعروفة بمثبطات إنزيم أروماتيز هذا الجينَ من الكَبْت. ولَدَى فحص خلايا سرطان الثدي البشري بكامل الجينوم؛ وجد الفريق أن هذه العقاقير يمكن أن تؤدي أيضًا إلى نوع من التعديل غير الجيني، يُسَمَّى مثيلة ـ إضافة مجموعات الميثيل إلى الحمض النووي، دون تغيير تتابعاته ـ عبر أنحاء الجينوم. وفي نهاية المطاف، يُسكِت هذا التعديل جين HOXC10، مما يجعل خلايا سرطان الثدي تقاوِم مثبطات إنزيم الأروماتيز.

يقول الباحثون إن منْع نشاط المثيلة المتصل بالعلاج بمثبطات إنزيم الأروماتيز قد يؤخِّر أو يمنع مقاومة العلاج.

Sci. Transl. Med. **6, 229ra41 (2014)**

تقنية النانو

الكتابة بالماء والحرير

يمكن لحِزَم إلكترونات أن تُنشئ أنماطًا نانويّة البِنْيَة بالغة الدقة على طبقات أغشية رقيقة من الحرير، باستخدام الماء فقط؛ لإكمال عملية النقش.

يقول فيورنزو أومنيتو وفريقه ـ بجامعة تَفْتِس، ماساتشوستس ـ إن نظام طباعتهم بالحرير والماء يتجنب استخدام الكيماويات السامة، وخطوات المعالجة المعقدة اللازمة في أشكال الطباعة الأخرى. أنشأ الباحثون شبكات ضوئية (**الصورة**)، تعالج الضوء بإستبانة 30 نانومترًا. قام الفريق أيضًا بحفر أنماط من أغشية حرير، أضيفت إليها مواد فعالة، مثل الإنزيمات، والبروتينات، أو نقاط كمية (بلورات نانوية ـ من أشباه موصلات ـ صغيرة بدرجة تُظْهِر الخصائص الميكانيكية الكمية).

Nature Nanotechnol. **http://doi.org/r3c (2014)**



SILKLAB/TUFTS UNIV.

الزراعة

ترويض الماشية بالهجرة والتهجين

لقد استُئنِسَت الماشية في الشرق الأوسط قبل أن تُجلَب إلى أفريقيا بواسطة البشر المهاجرين منذ حوالي 10 آلاف سنة.

اعتقد الباحثون سابقا أن الماشية الأفريقية تم استئناسها بأفريقيا. ولِفَهْم أفضل لهذا التاريخ، حلَّل جارد ديكر، وجيريمي تايلور وزملاؤهما ـ بجامعة ميسوري في كولومبيا ـ الحمض النووي لحوالي 134 سلالة من سلالات الماشية المُستأنَسة؛ لتحديد العلاقات بينها. وقد وجد الباحثون أن الماشية المستورَدة من الشرق الأوسط قد هُجِّنت مع الأنواع البرية؛ لإنتاج الحيوانات الأفريقية المشاهَدة حاليًا.

المعلوم أن تهجين الماشية المحلية مع سلالات مستوردة قد حدث بشكل واسع في جميع أنحاء العالم، فمثلًا.. تنحدر السلالات الوحشية الأمريكية من ماشية جُلبت إلى أمريكا من إسبانيا والهند.

PLoS Genet. **10, e1004254 (2014)**

بيولوجيا الأعصاب

خريطة للدماغ تكشف مصادر السلوك

هناك "أطلس" لدماغ ذبابة الفاكهة، هو الأكبر حتى الآن من ناحية تحديد مناطق ترميز سلوكيات محددة، كالمشي إلى الوراء.

أجرى كاري بريبه ـ من جامعة جونز هوبكنز بلتيمور، ميريلاند ـ ومارتا زلاتيج ـ بفرع "جانيليا فارم للبحوث"، التابع لمعهد هوارد هيوز الطبي بأشبورن، فيرجينيا ـ وزملاؤهما تحويرًا وراثيًّا ليرقات ذبابة الفاكهة، بحيث تطلق عصبونات الحشرات استجاباتها لدى تعرُّضها لشعاع من الضوء. حفّز الباحثون أكثر من 1,000 مسار عصبوني مختلف في 38,000 ذبابة فاكهة، وسجّلوا كيف استجاب الذباب.

حدد الباحثون 29 سلوكًا مختلفًا، كتغيير الاتجاه؛ لتجنُّب عَقَبَة ما، وكذلك العصبونات التي بدا أنها تتحكم في كل سلوك.

Science **http://doi.org/r4t (2014)**

اختيار المجتمع

الأبحاث الأكثر قراءة في العلوم

علوم المناخ

تغيُّر المناخ يهدِّد معالم الحضارة

الأكثر قراءة على www.IOP.org في فترة مارس

قد تجد مواقع كثيرة من أهم المواقع الحضارية في العالم نفسها تحت مستوى سطح البحر، نتيجة تغيُّر المناخ. فباستخدام طبوغرافيا ذات استبانة عالية وتنبؤات بارتفاع مستوى سطح البحر، نتيجة الاحترار الكوكبي، أجرى بن مارسيون ـ من جامعة إنزبروك بالنمسا ـ وأندِرز ليفرمان ـ من جامعة بوتسدام، بألمانيا ـ حسابًا لدرجة الحرارة التي ستتأثر عندها كل المواقع الحضارية في قائمة التراث العالمي (حددتها اليونيسكو) بتضخّم المحيطات. وجد الباحثون أنه إذا ما استمر متوسط درجات حرارة الكوكب الراهنة ألفي سنة أخرى؛ فسيتضرر نحو 40 موقعًا، أي حوالي 6% من إجمالي القائمة، إذا تركت دون وقاية. وإذا ارتفعت درجات حرارة الكوكب 3 كلفنًا؛ فسيرتفع عدد المواقع المتضررة إلى 136، أو 19% من الإجمالي.

Environ. Res. Lett. **9, 034001 (2014)**

علم البيئة

سرطان البحر مستعد لتغيُّر المناخ

الحيوانات ذات الدم البارد أكثر عُرضة ـ بشكل خاص ـ للمخاطر مع احترار المناخ، لكن قدرة احتمال درجة الحرارة اللافتة لدى سرطان البحر الأخضر الأوروبي (*Carcinus maenas*؛ **الصورة**) تُبشِّر بالخير لهذا الحيوان.

درست كارولين تيبولت، وجورج سوميرو ـ من محطة هوبكنز البحرية التابعة لجامعة ستانفورد في باسيفيك جروف، كاليفورنيا ـ قدرة تَحَمُّل السرطانات لدرجات الحرارة بقياس وظائف القلب لدى هذه الحيوانات بسبعة مواقع في أوروبا وشرق أمريكا الشمالية في درجات حرارة متفاوتة. ووجد الباحثون أن السرطانات يمكنها أن تتحمل المياه الدافئة، قبل أن تتأثر وظائف القلب سلبًا، مقارنةً بالقشريات المحلية في أماكن كثيرة. وازدهرت السرطانات أيضًا في المواطن الأكثر برودة، وتأقلمت بسرعة مع تغيُّرات درجات الحرارة.

يقول الباحثون إن قدرة تحمُّل هذه السرطانات لدرجات الحرارة ربما أتاحت لها سرعة الانتشار بامتداد سواحل أمريكا الشمالية.

J. Exp. Biol. **217, 1129–1138 (2014)**



CARSTEN KRIEGER (MYN)/ NATURE PICTURE LIBRARY/CORBIS

NATURE.COM
يمكنك الحصول على تحديثات الأبحاث اليومية مباشرة من خلال:
www.nature.com/latestresearch

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

ثلاثون يومًا موجز الأخبار

سياسات

حَظْر الهيدروفلوروكربونات

اعتمد البرلمان الأوروبي حظرًا على الغازات القوية المسبِّبة للاحتباس الحراري المستخدَمة في بعض أنظمة التبريد، ورشاشات الهباء الجوي (أيْروسول)، والرغاوي الاصطناعية، حيث يبلغ تأثير الاحترار لغازات الهيدروفلوروكربون (HFC) ـ بمجرد وجودها في الغلاف الجوي ـ آلاف أضعاف تأثير ثاني أكسيد الكربون، كما أن انبعاثات الهيدروفلوروكربون زادت في أنحاء أوروبا بنسبة 60% منذ عام 1990. ويهدف التشريع إلى خفض استخدام الغازات بنسبة 79% على مدى الخمس عشرة سنة القادمة. وقد تم تصويت الدول الأعضاء في الاتحاد الأوروبي على القواعد الجديدة في إبريل الماضي.

تسليم نـووي

من المقرَّر أن تتنازل اليابان عن أكثر من 300 كيلوجرام من البلوتونيوم المخصَّص لصنع الأسلحة، وحوالي 200 كيلوجرام من اليورانيوم عالي التخصيب إلى الولايات المتحدة. تم الإعلان عن التسليم في الرابع والعشرين من مارس الماضي في مؤتمر "قمة الأمن النووي" في لاهاي، هولندا. وقد احتفظت اليابان بالمواد للاستخدام في مفاعل "التجميع الحرج السريع" التجريبي في توكايمورا، لكن المنشأة لا تعمل حاليًا. وقد أثار مخزون اليابان مخاوفَ بشأن تهديدات إرهابية محتملة، وطموحاتها النووية.

محاصيل معدَّلة وراثيًّا

يزداد اكتشاف كميات صغيرة من المحاصيل المعدَّلة وراثيًّا في الأغذية والأعلاف المتداولة، حسبما أفادت منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (الفاو)، ومقرها روما. ففي المسح الأول من نوعه ـ الذي نُشر في الثالث عشر من مارس الماضي ـ ذكرت منظمة الفاو أن الجهات التنظيمية حددت 198 واقعة في 75 من الدول الأعضاء في المنظمة اكتُشف فيها مستويات منخفضة من محاصيل معدَّلة وراثيًّا في محاصيل يُفترَض أنها غير معدَّلة وراثيًّا. وقد حدثت أغلبية الوقائع في السنوات الأخيرة من الدراسة بين عامي 2009 و2012، وانطوت على بذر كتان، أو أرز، أو ذرة، أو بابايا. وبمجرد اكتشاف الشحنات؛ تم تدمير معظمها، أو إعادتها إلى بلد المنشأ. وتنسِب المنظمة ارتفاع عدد الوقائع إلى زيادة الإنتاج العالمي من المحاصيل المعدَّلة وراثيًّا، وإلى تكنولوجيا كَشْف أفضل.



تحـذيـر من مـرض القمـح

يجب أن يتوخى مزارعو القمح في شرق أفريقيا والشرق الأوسط الحذر من فِطر مُمْرِض، أتى على أكثر من عشرة آلاف هكتار من محصول القمح (في الصورة) في جنوب إثيوبيا منذ تفشِّيه في عام 2013. ورد التحذير في تقرير أُرسِل إلى "قمة بورلوج حول القمح من أجل الأمن الغذائي" في المكسيك، التي انعقدت في الفترة من 25 - 28 مارس الماضي. يُذكر أن السلالة المسبِّبة لمرض صدأ الساق في إثيوبيا ـ وهي أكبر منتج للقمح في أفريقيا جنوب الصحراء ـ ليست سلالة Ug99 الفتّاكة التي تنتشر في أنحاء العالم، وفق تقرير صادر عن ائتلاف مؤسسات بحثية، من بينها "المركز الدولي لتحسين الذرة والقمح" في الباتان، المكسيك. قد ينتشر المرض إلى دول أخرى، مثل كينيا، وأوغندا، حيث يقوم المزارعون بزراعة أصناف غير مُحَصَّنة من القمح.

مرض غير معروف

لم يستطع معهد الطب الأمريكي تعريف مرض حرب الخليج الذي أصاب قدامى المحاربين ممن شاركوا في حرب 1990-1991، وأعراضه الإرهاق، والألم، وفقدان الذاكرة، واضطرابات الجهاز الهضمي. وذكر تقرير نشره المعهد ـ ومقره واشنطن العاصمة ـ في الثاني عشر من مارس الماضي أن تنوُّع الأعراض وعدم وجود اختبار تشخيصي حال دون وجود تعريف واحد للمرض. وكانت وزارة شؤون المحاربين القدامى قد طلبت تعريفًا أكثر تحديدًا لتوجيه البحوث المتعلقة بقدامى المحاربين ورعايتهم. وأفادت الوزارة بأنه لا ينبغي أن تُعالج الحالة المرضية في المقام الأول باعتبارها مرضًا عقليًّا.

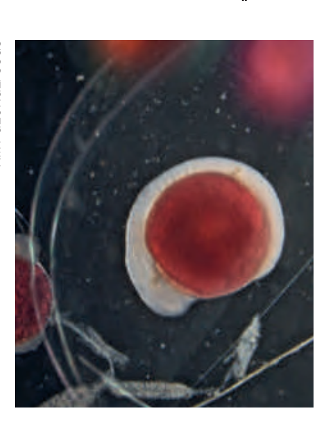
خطة الميثان

نشرت الحكومة الأمريكية في الثامن والعشرين من مارس الماضي استراتيجية وطنية لخفض انبعاثات الميثان، وذلك كجزء من "خطة العمل بشأن المناخ"، التي أعلنها الرئيس باراك أوباما في يونيو 2013. وتتضمن الاستراتيجية مقترحات بمعايير محدَّثة، حيث من المقرر أن يتم إصدارها هذا الصيف؛ لخفض انبعاثات الغاز القوي المسبِّب للاحتباس الحراري من مقالب القمامة. وقد أعلنت الحكومة أيضًا "خريطة طريق الغاز الحيوي" في القريب، التي من شأنها أن تحدد استراتيجيات طوعية؛ للحَدِّ من انبعاثات غاز الميثان من صناعة الألبان بنسبة 25% بحلول عام 2020.

أبحاث

غزو سمك الشبّوط

أعلنت هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية (USGS) في الحادي عشر من مارس الماضي أن سمك الشبّوط الآسيوي، الذي يعيث فسادًا في أنهار ولايات الغرب



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الأوسط الأمريكي، يتكاثر شمال نهر المسيسيبي في موقع أبعد من المسجَّل سابقًا. ووجد علماء الهيئة أجنة الشبّوط كبير الرأس (**الصورة**) على وشك أن تفقس في النهر الذي يمر عبر لينكسفيل، ويسكونسن. تمَّ استيراد السمك ـ في الأصل ـ من جنوب شرق آسيا؛ من أجل المزارع السمكية في جنوب الولايات المتحدة، وللمساعدة على تنظيف أحواض مرافق معالجة مياه الصرف الصحي، لكن السمك هرب وتكاثر، ويتسبب الآن في أضرار بيئية واقتصادية.

NOAA

علاج الإيدز في الرُّضَّع

يبدو أن ثاني طفل مصاب بالإيدز قد تم علاجه بنجاح، وفقًا لما قالته الطبيبة التي أوردت تقريرًا من قبل عن أول طفل شُفي من الإصابة في العام الماضي (انظر: *Nature* **504**، 357-365؛ 2013). قامت ديبورا بيرسود ـ التي تدرس الأمراض المُعدِية للأطفال في مركز جونز هوبكنز للأطفال في بالتيمور، ميريلاند ـ بعرض هذه النتائج في الخامس من مارس الماضي في المؤتمر السنوي للفيروسات القهقرية والعدوى الانتهازية في بوسطن، ماساتشوستس. قالت ديبورا إن فتاةً وُلدت في شهر أبريل الماضي - من أم مصابة بالإيدز - عولجت بعقاقير الفيروسات القهقرية خلال الساعات الأربع الأولى من الولادة، وتشير الاختبارات إلى أنه تم شفاؤها. وما زالت الطفلة تتلقى العقاقير المضادة لفيروس نقص المناعة البشرية.

شخصيات



رئيس وكالة المحيطات

وافق مجلس الشيوخ الأمريكي في السادس من مارس الماضي على ترأُّس كاثرين سوليفان للوكالة الوطنية لدراسة المحيطات والجو (NOAA). وسوليفان (**الصورة**) هي رائدة فضاء سابقة بوكالة "ناسا"، وأول سيدة أمريكية تمشي في الفضاء. وسَتَخْلُف سوليفان عالِمَ البيئة البحرية جين لوبتشينكو، الذي استقال من منصبه في فبراير 2013. وقد عادت سوليفان إلى الوكالة في عام 2011 كنائب مدير البرنامج، بعد أن خدمت الوكالة في منصب كبير العلماء في التسعينات.

تزوير في الطب الشرعيّ

كيميائية الطب الشرعي آني دوكان التي لحق بها الخزي سابقًا، والتي كانت تعمل في معمل عقاقير مختبر "هينتون ستيت" في جامايكا بلاين، ماساتشوستس، حتى عام 2012، تصرفت بمفردها عندما زَوَّرت البيانات، وتلاعبت بعَيِّنات العقاقير. هكذا لخّص جلين كونهو ـ المفتش العام لولاية ماساتشوستس ـ الأمر في تقرير صدر في الرابع من مارس 2014. ومع ذلك.. يضيف التقرير أن سوء إدارة المختبر والتدريب، وضعف الأمن، أتاحا الفرصة لارتكاب هذه الجرائم. واعترفت دوكان بالتزوير في عام 2012، وهي تقضي حاليًّا حكمًا بالسجن. لمزيد من المعلومات.. انظر: go.nature.com/oohole

أحداث

فيروس إيبولا ينتشر

وصل تَفَشِّي فيروس إيبولا ـ الذي بدأ في جنوب غينيا ـ إلى العاصمة كوناكري، وانتقل إلى ليبيريا المجاورة. وأفادت منظمة الصحة العالمية (WHO) في الثلاثين من مارس الماضي أن مسؤولي الصحة في غينيا أبلغوا عن 78 حالة وفاة من أصل 122 حالة مؤكَّدة، أو مشتبه فيها. وقد توفي أربعة أشخاص في ليبيريا من مجموع سبع حالات محتمَلة ومؤكَّدة. وقالت منظمة الصحة العالمية إن جميع الحالات في ليبيريا أصيبت بالعدوى في غينيا.

الـ"إلنينو" قادمة

صرحت الوكالة الوطنية لدراسة المحيطات والجو (NOAA) في السادس من مارس الماضي أن المنطقة الاستوائية الشرقية من المحيط الهادئ قد تتحول إلى مرحلة دافئة ـ معروفة باسم "إلنينو" ـ في الأشهر القليلة القادمة. الظاهرة سوف تُخِلُّ بأنماط الطقس في جميع أنحاء العالم، ويمكن أن تصبح أكثر حدوثًا؛ نتيجة لظاهرة الاحترار العالمي. تقول الوكالة إن هناك فرصة 50% لتكوُّن ظاهرة من نوع إلنينو خلال الصيف أو الخريف في نصف الكرة الشمالي، إلا أن دقة التنبؤات سوف تتحسّن على مدى الشهرين المُقبلين.

تقدُّم بشأن تليسكوب

بدأ تشغيل أول هوائي ضخم من 64 هوائيًّا، من شأنها أن تُشكِّل أكبر تليسكوب راديوي في العالم، وذلك في السابع والعشرين من مارس الماضي في جنوب أفريقيا. وستكون مصفوفة الهوائيات الكاملة ـ التي يبلغ ارتفاعها 19.5 متر ـ جاهزة للعمل بحلول عام 2017، وسوف تُشكِّل تليسكوبًا قيد الإنشاء في منطقة كارو يدعى "ميركات" MeerKAT. يمثل هذا المشروع المرحلة الأولى من "مصفوفة الكيلومتر المربع" (SKA) المعتزَمة والأكبر بكثير؛ وهي مصفوفة من تليسكوبات راديوية ستقام في جنوب أفريقيا وأستراليا. وسوف تُضيف المرحلة الأولى من الشق الأسترالي في "مصفوفة الكيلومتر المربع" 60 طبقًا إلى مصفوفة من 36 طبقًا موجودة في أستراليا الغربية.

أعمال

عِش حياةً أطول

أعلن رائد علم الجينومي كريج فنتر ـ في الرابع من مارس الماضي ـ عن أمله في اكتشاف كيفية الحفاظ على المسنين بصحة جيدة لفترة أطول، وذلك بإطلاق شركة "هيومان لونجيفيتي" Human Longevity. المشروع ـ ومقرُّه سان دييجو، كاليفورنيا ـ مشترَك مع روبرت حريري، الرئيس التنفيذي لشركة الخلايا الجذعية "سِلجين سِليولر ثيرابيوتك" ـ ومقرها سامِت بنيو جيرسي، وبيتر ديامانديس ـ مؤسِّس "إكس برايز فاونديشّن". ستقوم الشركة بفك متتابعات جينوم مرضى السرطان وأورامهم، وجينوميات 40 ألف شخص سنويًّا من جميع الفئات العمرية؛ وذلك بهدف الوصول إلى 100 ألف سنويًّا؛ لبناء أكبر قاعدة بيانات من المعلومات الوراثية البشرية حتى الآن.

مراقبة الاتجاهات

ازداد تشخيص التوحد إلى 1 من 68 طفلاً في الولايات المتحدة (1.2 مليون طفل إجمالاً) في عام 2010، بزيادة عن 1 من 110 في عام 2006، وفقًا لتقرير صدر في السابع والعشرين من مارس الماضي من قِبَل مراكز السيطرة على الأمراض والوقاية منها في أتلانتا، جورجيا. ويتمتع ما يقرب من نصف الأطفال المصابين بالتوحُّد بذكاءٍ متوسط، أو فوق المتوسط، ارتفاعًا من نسبة الثلث في عام 2002. ومن غير الواضح ما إذا كان هناك مزيد من الأطفال الأذكياء يصابون بهذه الحالة، أو ما إذا كان يتم تشخيص أطفال أكثر من ذي قبل (انظر: *Nature* **479**, 22–24; 2011).

تنامي تشخيص التوحُّد

ما يقرب من 1.5٪ من الأطفال في الولايات المتحدة مصابون بالتوحد الآن، وفقًا لبيانات من 11 منطقة في الولايات المتحدة.

SOURCE: CDC

NATURE.COM
يمكنك الحصول على تحديثات الأخبار اليومية مباشرة من خلال:
www.nature.com/news

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



أخبـــار في دائرة الضـوء

STEFFEN RICHTER/HARVARD UNIVERSITY

كَشَف جهاز BICEP2 (من الأمام) في القطب الجنوبي عن علامات لتموُّجات، ترجع إلى اللحظات الأولى للكون.

علم الكون

مِنْظار يلتقـط مشـهدًا لموجـات تثاقُلية

صور الكون المبكر تكشف عن أدلة على التضخم السريع بعد الانفجار العظيم.

رون كوين في كمبريدج، ماساتشوستس

لقد اقترب الفلكيون من الاطلاع على الأحداث الكونية الأولى، ووجدوا ما يبدو أنه الدليل الذي طال انتظاره ليؤكد النظرية القائلة إن الكون خضع لطفرة من النمو المُمَزق والمتسارع الذي يُسمَّى التَّضَخُّم خلال أول كسْر صغير من الثانية من وجوده.

وباستخدام منظار راديوي في القطب الجنوبي، كشَف فريق بقيادة الولايات المتحدة عن أول دليل على وجود موجات تثاقلية أولية، وهي تموجات في الفضاء، وَلَّدَها التضخم منذ 13.8 مليار سنة، عندما بدأ الكون في التمدد.

التقط المنظار لمحة للموجات وهي مستمرة في التموج عبر الكون بعد مرور 380,000 عام، عندما كانت النجوم لم تتكون بعد، والمادة لا تزال مبعثرة في الفضاء، كحساء من البلازما. كانت الصورة مرئية في الأشعة الخلفية الكونية الميكروية (CMB)، وهي التوهج المُنْبَعِث من تلك البلازما شديدة السخونة، التي ـ عبر ملايين من السنين من التمدد الكوني ـ قد هدأت إلى طاقات الميكروويف.

إن التضخم ـ وهو ظاهرة كَمِّية ـ قد أنتج موجات تثاقلية تبرهن أن الجاذبية ذات طبيعة كَمِّية تمامًا كغيرها من القوى الأساسية المعروفة في الطبيعة، على حد قول الخبراء.

NATURE.COM
للمزيد عن التموجات الكونية من الانفجار العظيم:
go.nature.com/cjjh5y

وبالإضافة إلى ذلك.. فإنها توفر نافذة على تفاعلات ذات طاقة أكبر بكثير مما يمكن الوصول إليه في أي تجربة مختبرية. والطريقة التي أكد بها الفريق ظاهرة التضخم في حد ذاتها لها أهمية كبرى: إنه الدليل الأكثر مباشرةً حتى الآن على أن الموجات التثاقلية – وهي تنبؤ جوهري، ولكن مراوغ لنظرية النسبية العامة لألبرت أينشتاين – لها وجود.

يقول آلان جوث الفيزيائي النظري بمعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا بكمبريدج، وهو الذي اقترح فكرة التضخم في عام 1980: «هذا نموذج جديد ومستقل من الأدلة الكونية على اتساق نظرية التضخم». ويضيف قائلًا إن الدراسة «بالتأكيد» تستحق جائزة نوبل.

التضخم الفوري

كانت فكرة جوث أن الكون تمدَّد بمعدل أُسِّي لبضع عشرات على تريليون على تريليون على تريليون من الثواني بعد ◄

◀ الانفجار العظيم، متضخمًا من الحجم دون الذري إلى حجم كرة القدم. يحل التضخم العديد من الألغاز الكونية التي طال أمدها، مثل لماذا يبدو الكون المرئي متسقًا من إحدى نهايتيه إلى الأخرى. ورغم أن النظرية أثبتت اتساقها مع جميع البيانات الكونية التي تم جمعها حتى الآن، إلا أن الدليل القاطع لا يزال ناقصًا.

ومع ذلك.. عرف علماء الكون أن التضخم سيكون له توقيعه المميز: أن الفترة الوجيزة والعنيفة من التمدد قد ولَّدت موجات تثاقلية، تضغط الفراغ في اتجاه واحد، وتمده على طول الاتجاه الآخر (انظر: «أثر التموج»). ورغم أن الموجات الأولية ستظل تنتشر عبر الكون، ستكون ضعيفة جدًّا الآن، بحيث لا يمكن كشفها مباشرةً، لكنَّها ستكون قد تركت علامة مميزة في الأشعة الخلفية الكونية الميكروية: ستكون قد استقطبت الأشعة في نمط يشبه الدوامة المجعدة، معروف بطور B (انظر: «التجعد الكوني»).

في العام الماضي، أصبح منظار آخر في القارة القطبية الجنوبية ـ منظار القطب الجنوبي (SPT) ـ أول مرصد يكشف عن استقطاب من طور B في الأشعة الخلفية الكونية الميكروية (انظر: *Nature* http://doi.org/rwt; 2013). تلك الإشارة كانت أقل من درجة واحدة بالمقاييس الزاوية (حوالي ضعف الحجم الظاهري للقمر في السماء)، ونُسبت إلى كون المجرات في المقدمة تُقوِّس الفراغ الذي تسافر خلاله الأشعة الخلفية الكونية الميكروية (D. Hanson *et al*. *Phys. Rev. Lett*. **111**, 141301; 2013)، لكن الإشارة القادمة من الموجات التثاقلية الأولية من المتوقع أن تصل إلى قمتها ما بين درجة وخمس درجات بالمقاييس الزاوية.

هذا بالضبط ما يقول جون كوفاك ـ بمركز هارفارد سيمثونيان للفيزياء الفلكية (CfA) في كمبريدج، ماساتشوستس ـ وزملاؤه الآن أنهم قد كشفوه باستخدام أداة يُطلق عليها اسم BICEP2، تقع على بعد أمتار قليلة من منظار القطب الجنوبي.

تَطَلَّبَ الكشف عن طور B الصغير قياس الأشعة الخلفية الكونية الميكروية بدقة قدرها واحد على عشرة ملايين درجة كلفن، والتمييز بين التأثير الأولي والمصادر الممكنة الأخرى، مثل الغبار المَجَرّي.

و«السؤال المهم» ـ كما يقول دانيال أيزنشتاين الفيزيائي الفلكي في مركز هارفارد سيمثونيان للفيزياء الفلكية ـ هو: «هل هناك مصدر أمامي مُتَنَكِّر في هذه الإشارة». استبعد الفريق هذا الاحتمال تمامًا، على حد قوله. أولًا، حرص الباحثون على توجيه BICEP2 – وهو مصفوفة من 512 كاشف ميكروويف فائق التوصيل – إلى الثقب الجنوبي، وهي بقعة في السماء تُعْرَف باحتوائها على كميات قليلة فقط من هذه الانبعاثات. إنهم أيضًا قارنوا بياناتهم ببيانات مأخوذة في تجربة سابقة – BICEP1 – وأثبتوا أن الإشارة المولدة من الغبار سيكون لها لون وطيف مختلفان.

وبالإضافة إلى ذلك.. فالبيانات المأخوذة بواسطة تجربة استقطاب أحدث وأكثر حساسية، وهي مصفوفة كيك Keck، التي أنهى الفريق تركيبها في القطب الجنوبي في عام 2012 وسوف تستمر في العمل لمدة سنتين أخريين، أظهرت الخصائص نفسها. يقول كوفاتش: «أنْ نرى الإشارة نفسها تنبعث من منظارين مختلفين آخرين كان ذلك بالنسبة لنا مقنعًا للغاية» .

ويقول جون كارلستروم الفلكي بجامعة شيكاجو، إلينوي، وهو كبير الباحثين في منظار القطب الجنوبي: «لابد من العمل على التفاصيل، ولكن على حد علمي من المحتمل جدًّا أن يكون هذا هو ما كنا في انتظاره جميعًا». ويضيف: «هذا هو اكتشاف الموجات التثاقلية التضخمية».

التوقيع المؤكد

يضيف عالِم الكونيات مارك كاميونكوفسكي: «بالنسبة لي، يبدو هذا مؤكدًا للغاية حقًّا». إنه كان واحدًا من علماء الكون الأوائل الذين حسبوا كيف يجب أن يبدو توقيع الموجات التثاقلية الأولية في الأشعة الخلفية الكونية الميكروية. والنتائج «على قدم المساواة مع الطاقة المعتمة، أو اكتشاف الأشعة الخلفية الكونية الميكروية – وهو أمر يحدث مرة واحدة كل عدة عقود» على حد قول كاميونكوفسكي، بجامعة جونس هوبكنز في بالتيمور، ميريلاند.

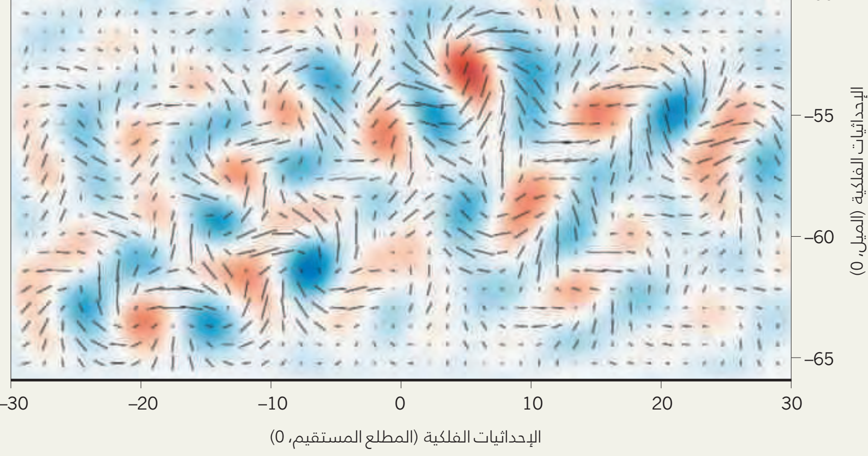
ورغم كون قوة الإشارة المُقَاسة بواسطة BICEP2 متسقة مع التضخم بالكامل، فقد فاجأت الباحثين في بداية الأمر، لأنها حوالي ضعف التقدير المتوقع من تجارب سابقة. وتبعًا للنظرية، فإن شدة إشارة طور B تكشف عن مدى سرعة تمدد الكون أثناء التضخم، وبناءً عليه تقترح مستوى الطاقة للكون في تلك الفترة. وتشير البيانات إلى أن الزمن الذي حدث فيه التضخم – حوالي 10^{-37} ثانية بعد ميلاد الكون – ودرجة حرارته في ذلك الوقت، تُقارن بطاقات تقارب 10^{16} جيجا إلكترون فولت، على حد قول مايكل ترنر عالم الكونيات بجامعة شيكاجو. وهذه هي الطاقة نفسها التي من المتوقع أن ثلاثًا من القوى الأساسية الأربع – التفاعل الضعيف، والتفاعل القوي، والقوة الكهرومغناطيسية – ستصبح غير مميزة عن بعضها البعض في نموذج يُعرف بالنظرية الموحدة الكبرى. وبما أن التضخم حدث في مجال فيزياء الكم، فرؤية الموجات التثاقلية تنبعث من تلك الفترة تُتيح «الدليل التجريبي الأول على الجاذبية الكمّية» حسب قول ماكس تجمارك عالم الكونيات في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا. وبمعنى آخر.. إنها تثبت أن الجاذبية في حقيقتها ظاهرة كمّية، تمامًا مثل القوى الأساسية الثلاث الأخرى. يتبقى للفيزيائيين، مع ذلك، حتى الآن أن يفهموا بشكل كامل كيفية التنسيق بين النسبية العامة وفيزياء الكم من الناحية النظرية.

أعلن الباحثون النتائج في 17 مارس الماضي في مؤتمر صحفي في مركز هارفارد سيمثونيان للفيزياء الفلكية، عُقِدَ بعد أن وصفوا نتائجهم للعلماء في حديث تِقَني. لقد نشر الفريق أيضًا العديد من الأوراق البحثية التي تصف النتائج.

التجعُّد الكوني

رصد جهاز BICEP2 نمط – أو نسج – طفيف، ولكن مميز، يُعْرَف باللّيّ أو طور B، في استقطاب الأشعة الخلفية الكونية الميكروية. هذا هو الدليل الأول على الموجات التثاقلية المتولدة من التضخم السريع للكون منذ حوالي 13.8 مليار سنة.

شدة الدوران
اتجاه عقارب الساعة
عكس اتجاه عقارب الساعة
قوة واتجاه الاستقطاب في بُقَع مختلفة من السماء



SOURCE: BICEP2 COLLABORATION

أثر التموج

عندما تمر موجة تثاقلية عبر الفراغ، تضغطه في اتجاه، وتمدّه في الآخر، كلاهما يُكوِّن زاوية قائمة مع اتجاه الموجة (الخط الأحمر). مُوَضح هنا آثار حركة موجة على طول أنبوبة زرقاء.

اتجاه الانتشار
موجة تثاقلية
اتجاه الانتشار

SOURCE: MARKUS PÖSSEL/EINSTEIN-ONLINE.INFO

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

وبذلك، يبدو أن الفريق قد هزم منظار القطب الجنوبي والعديد من الفرق الأخرى أيضًا التي تتسابق لإيجاد بصمة الإصبع الخاصة بالتضخم باستخدام تجارب أرضية محمولة بالبالون وقمر صناعي واحد، هو مركبة بلانك الفضائية التابعة لوكالة الفضاء الأوروبية.

والخرائط الأكثر توسعًا للاستقطاب من الطور B، وخصوصًا المسح السماوي الكامل، التي من المحتمل أن يحصل عليها منظار بلانك لاحقًا هذا العام، ستوفر بدورها المزيد من الأدلة بخصوص كيفية تَكَشُّف التضخم، وما الذي قاد إليه. بالإضافة إلى النظر إلى الوراء في الزمن بمقدار أبعد من السابق. الاكتشاف «يفتح نافذة أعلى بتريليون مرة في الطاقة؛ مما يمكننا من الوصول إليه بواسطة المصادم الهادروني الكبير» المصادم الذري الأكبر في العالم، كما يشير عالم الكونيات آفي لوي من مركز هارفارد سيمثونيان للفيزياء الفلكية، وهو ليس جزءًا من فريق BICEP2. ■

بيولوجيا الخلية

تقنيـة الخلايـا الجذعية تواجـه تسـاؤلات جديـدة

تخضع الورقتان البحثيتان اللتان تصفان تقنية الحمّام الحمضي للمزيد من التدقيق، بعدما وجد التحقيق الذي قام به المعهد أخطاء في المنهج العلمي المستخدَم.

ديفيد كايرانوسكي

تواجه ورقتان بحثيتان ـ تتناولان بشكل مفصل تقنية جديدة، يمكن من خلالها إعادة برمجة الخلايا البالغة لتحويلها إلى خلايا جنينية عن طريق تعريضها للإجهاد ـ ضغوطًا متزايدة بشأن صحة محتواهما. فقد كشفت المؤسسة التي تنتمي إليها المؤلفة الرئيسة وجود «أخطاء جسيمة» بمنهجية الورقتين، ليتبع ذلك إثارة للشكوك حول صحة أطروحة الدكتوراة للمؤلفة، والخلايا المستخدمة في الدراسة.

في يوم 14 مارس الماضي، أعلنت منظمة رايكن RIKEN - أكبر منظمة بحثية في اليابان والتي تدير مركز علم «الأحياء النَّمَائي» CDB في مدينة كوبي، حيث تعمل المؤلفة الأولى للورقتين البحثيتين هاروكو أوبوكاتا والعديد من زملائها، النتائجَ المرحلية لتحقيقاتها في مزاعم عن وجود مفارقات منهجية بمحتوى الورقتين. وقد نصحهم أحد محققي منظمة «رايكن» بسحب الورقتين البحثيتين. ثم، وفي مزيد من التطورات، شَكَّكَت أوبوكاتا في جودة أطروحتها للدكتوراة، والتي هي بالفعل قيد التحقيق من قبل الجامعة التي منحتها. وصرّح أحد المؤلفين المشاركين في الورقتين البحثيتين حول إعادة برمجة الخلايا أنه سيرسل بعض الخلايا التي تنتج من التجارب كي يُتحقَّق منها من قبل طرف مستقل.

وقد تصدرت الورقتان البحثيتان عناوين الصحف في أنحاء العالم عندما نُشِرَتا في دورية نيتشر في 30 يناير الماضي (H. Obokata *et al*. *Nature* **505**, 641-647 and 676-680; 2014). وتعد التقنية المقدمة، تحت اسم «اكتساب تعدد القدرات بفعل المحفزّات» -stimulus triggered acquisition of pluripotency(STAP)، هي تقنية هامة لأن الخلايا التي أُعيدَت برمجتها إلى الحالة الجنينية هي خلايا مثالية لدراسة تطور مرض أو فعالية الأدوية.

لكن في غضون أسابيع، تعرضت الورقتان البحثيتان لهجوم من قبل العلماء بسبب استخدام المؤلفين لعدة صور مكررة، وكذلك من قبل العلماء الذين لم يتمكنوا من إعادة إنتاج العمل، مما دفع بمنظمة «رايكن» للتحقيق في الأمر.

في المؤتمر الصحفي، أشارت لجنة من خمسة أشخاص، من بينهم مدير عام منظمة «رايكن»، الفائز بجائزة نوبل ريُوجي نُويُوري، إلى ست مشكلات وردت بالورقتين. تم صرف النظر عن خطأين، باعتبارهما غير مقصودين، لكن اعتُبِرت أربعة أخطاء أخرى أكثر خطورة، وما زالت قيد التحقيق - بما في ذلك صورة لهلام التحليل بالفصل الكهربائي الذي يبدو أنه تمت إضافة خط آخر إليه في وقت لاحق، وكذلك الانتحال في جانب من النص الذي يشرح المنهجية العلمية المستخدَمة. لم تقدم اللجنة إجابات واضحة حول ما إذا كانت التقنية المكتشفة حقيقية، أم لا، ولكن أشارت إلى أن المؤلف المشارك هيتوشي نِيوا من منظمة «رايكن» حاول تكرار التجربة بالمنهج نفسه. كما أضافت اللجنة أنه لم تكن هناك علامات على الغش.

> **«ما الذي حَقَنْتُهُ في تلك البلاستيولات؟ هذا هو ما أريد أن أعرفه»**

وقد أخبر عضو اللجنة ماساتُوشي تاكيشي ـ مدير عام مركز «الأحياء النَّمَائي» ـ الصحفيين أن المؤلفين الثلاثة من المعهد - أوبوكاتا ونيوا ويوشيكي ساساي - قد وافقوا على سحب الورقة البحثية بناءً على طلبه، لكن بيانًا باللغة اليابانية، بالإنابة عن المؤلفين الثلاثة، أُلقيَ في المؤتمر الصحفي، أشار فقط إلى أنهم «يفكرون في سحب الورقة البحثية والاتصال بالمؤلفين من خارج مركز «الأحياء النَّمَائي» لمناقشة هذا الاحتمال». وقد أوضح تشارلز فاكانتي ـ من كلية طب بهارفارد في بوسطن، ماساتشوستس، وهو كبير المؤلفين الذي وُجهت إليه المراسلات في الورقة البحثية الأولى (H. Obokata *et al*. *Nature* **505**, 641-647; 2014)، أنه لا توجد لديه أي نية لسحب الورقة، ما لم تكن هناك أدلة دامغة على أن البيانات غير صحيحة.

ومما أضاف المزيد من الحيرة، اكتشفت نشرة نيتشر نيوز أن الصفحات العشرين الأولى من أطروحة أوبوكاتا، التي استكملت في عام 2011 في جامعة واسيدا في طوكيو، مأخوذة من كتاب الدليل التمهيدي لمعاهد الصحة الوطنية الأمريكية بخصوص الخلايا الجذعية، وكذلك أن إحدى الصور في جزء النتائج في الأطروحة مستنسخة من موقع تجاري على شبكة الانترنت، دون الإشارة إلى مصدر الاقتباس. كما أخبر فاكانتي ـ الذي كان عضوًا في لجنة المناقشة التي وافقت على الأطروحة ـ نيتشر نيوز قائلًا: «لم أزوَّد بنسخة من الأطروحة، ولم تُطلَب منّي قراءتها».

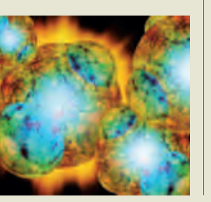
وفي الأسبوع الثاني من مارس الماضي، كتبت أوبوكاتا إلى أستاذ في جامعة واسيدا لم يُكشَفْ عن اسمه، مشيرة إلى أنها تريد أن تسحب الأطروحة، لكنها لم تطلب رسميًّا بعد سحب الأطروحة.

أدّت الرغبة في إنهاء الجدل حول تقنية «اكتساب تعدد القدرات بفعل المحفزّات» إلى التحقيق في هوية الخلايا في الورقتين البحثيتين. فقد ساعد تيروهيكو واكاياما ـ من جامعة ياماناشي، وهو كبير مؤلفي الورقة الثانية (H. Obokata *et al*. *Nature* **505**, 676-680; 2014) ـ في اختبار تعدد القدرات للخلايا الجذعية التي أنتجتها أوبوكاتا، وذلك عن طريق حقنها في أجنة الفئران. وبتحولها إلى أنواع مختلفة من الخلايا داخل هذه الفئران، أثبتت الخلايا أن لديها القدرة النمائية التي وعدت بها التقنية، لكن واكاياما أرسل الخلايا التي أعطتها إياها أوبوكاتا إلى مؤسسة مستقلة؛ لإجراء تحليل وراثي؛ لمعرفة ما إذا كانت الخلايا بالفعل تنتمي إلى تلك التقنية، أم لا. يقول واكاياما متسائلًا: «ما الذي حَقَنْتُهُ في تلك البلاستيولات blastocysts؟ هذا هو ما أريد أن أعرفه أكثر من أي شيء آخر». وهو يأمل أن يحصل على الإجابة في الأشهر القليلة المقبلة. ■

المزيد أونلاين

DETLEV VAN RAVENSWAAY/SPL

أخبارٌ رئيسة



● موجات الجاذبية تعيدنا إلى التفكير في الفيزياء كلها
go.nature.com/zt1xro

مزيدٌ من الأخبار

● النُّقّاد يقولون إن حصة صيد الدب الرمادي غير علمية go.nature.com/pea93m
● حاسة الشم البشرية تميِّز على الأقل ـ تريليون رائحة go.nature.com/g8tzgr
● لوغاريتم يعيد بناء ملامح الوجه من الحمض النووي go.nature.com/shzynu

بودكاست نيتشر



كوكب قزم جديد؛ واللحظة الآنيّة في الفيزياء؛ والآثار الحقيقية لجراحات إنقاص الوزن
go.nature.com/podcast





سيبدأ مصنع أبينجوا في إنتاج الإيثانول السليولوزي هذا العام بالقرب من هجوتون، كنساس.

الطاقة

الإيثانـول السليولـوزي يصـارع من أجـل البقـاء

يأمل رواد إنتاج الوقود الحيوي في سخاء الحكومة الأمريكية لتيسير المنافسة في سوق صعبة

مارك بيبلو

شُيدَت على السهول المنبسطة في ولاية كنساس، مجموعة من أبراج الصلب اللامعة والأنابيب الممتدة لستة عشر طابقًا في السماء. كدح فيها أكثر من ألف عامل لاستكمال بناء مصنع إنتاج الإيثانول بالقرب من بلدة هجوتون، الذي ينتظر مالكوه أن يشاركوا في ثورة الوقود المتخمر.

وخلافًا لمعظم مصانع الإيثانول التي تتغذي فيها الخميرة على السكريات الموجودة في المواد الغذائية مثل حبات الذرة، تستفيد منشأة هوجوتون من السليولوز الذي يُعتبر حتى الآن من المخلفات الزراعية. تقبع آلاف الأطنان المكدسة من حطب الذرة - الذي يحتوي على الأوراق والسيقان والقشور التي يخلفها حصاد الذرة - في بالات مربعة على موقع تبلغ مساحته 1.6 كم مربع. وسيبدأ المصنع بحلول يونيو من عام 2014 في معالجة الحطب؛ لاستخلاص الإيثانول الذي سيُمزَج بالبنزين؛ لاستخدامه كوقود للسيارات .

المصنع المملوك لشركة متعددة الجنسيات تسمى «أبينجوا» بإشلبيية في إسبانيا هو واحد من ثلاث منشآت أمريكية ستبدأ الإنتاج التجاري من الإيثانول السليولوزي في الأشهر القليلة المقبلة (تقع المنشأتان الأخريان في ولاية أيوا، وتدار إحداها من قبل شركة «بويت- دِسم» POET-DSM للوقود الحيوي المتطور، والأخرى من قِبَل شركة «دوبونت» DuPont). وقد قطعت هذه الصناعة وعودًا منذ فترة طويلة بأن هذا الجيل الثاني من الوقود الحيوي سوف يُخفِّض من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، ويحد من اعتماد الولايات المتحدة على النفط المستورد، ويعزز الاقتصادات الريفية، إلا أن قوى السوق والسياسات الحكومية قد تحدّ من تقدم هذا الوقود وهو بالكاد على أعتاب النجاح. يقول ضياء الحق، وهو مهندس كيميائي وكبير محللي وزارة الطاقة الأمريكية التي ساعدت في تمويل المصنع: «سيكون هذا العام حاسمًا للغاية». وقد دفعت التحديات بالفعل بعض الباحثين والشركات نحو نهج بديل يحوِّل السليولوز إلى وقود الهيدروكربون باستخدام عمليات كيميائية كبديل عن العمليات البيولوجية.

وقد تم ترسيخ صناعة استخلاص الإيثانول من الذرة في أمريكا بحوالي أكثر من 200 محطة عاملة. وقد كانت الإعفاءات الضريبية وبرنامج «معيار الوقود المتجدد» RFS، الذي اعتمد بموجب القانون في عام 2005 وتم تمديده في عام 2007 وراءَ النمو الكبير في هذا القطاع. يستوجب ذلك البرنامج الذي تديره «وكالة حماية البيئة الأمريكية» EPA أن تكون هناك زيادات سنوية في كميات الأنواع المختلفه للوقود المتجدد، المدرجة في إمدادات الوقود في البلاد. اهتم القانون في سنواته الأولى بإنتاج الإيثانول من الذرة، باعتباره مهيئًا للتسويق المبكر، إلا أن إنتاج الإيثانول من الذرة لا يخلو من مشاكل. فهو لا يقدم سوى معدل ضعيف من تقليل انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، مقارنةً بالبنزين (انظر: *Nature* **499**, 13-14; 2013). كما يتأثر الإنتاج بقلة المحصول، وقد يسهم في زيادة أسعار المواد الغذائية، حيث إن الذرة تزرع على الأراضي نفسها التي كانت ستُستخدَم كغذاء. أما الاستفادة من مخزون الكتلة الحيوية المخلفة من عملية الحصاد، فهي أقل إثارة للجدل. ينتج الإيثانول المستخلص من حطب الذرة غازات الاحتباس الحراري، بنسبة 60% أقل، بالمقارنة بالبنزين، كما أنه لا يتطلب أي أراض زراعية إضافية.

> **«لا يوجد مكان لأيّ إيثانول إضافي».**

وهناك صعوبة في تخمير الإيثانول السليولوزي، حيث يتحتم على المنتجين تفتيت جزيئات كبيرة غير قابلة للهضم، مثل السليولوز والهميسليولوز؛ لإنتاج السكريات القابلة للتخمر. تتطلب هذه العملية هرس الكتلة الحيوية ومعالجتها بالأحماض. ثم يجب بعد ذلك إضافة مزيج من الإنزيمات؛ لتفتيت البوليمرات البيولوجية الصلبة من الداخل. ويتم هذا كله قبل إضافة الخميرة إلى السكريات الناتجة. وبالتالي، فحجم منشأة «أبينجوا» أكبر بكثير وأكثر كلفة من أي مصنع لاستخلاص الإيثانول من الذرة. وكان من المفترض أن يبدأ الإنتاج التجاري للإيثانول السليولوزي في عام 2010، وفقًا لبرنامج «معيار الوقود المتجدد»، لكن هذا لم يحدث، فقد أدت الاستثمارات غير المنتظمة إلى تواري كثير من الشركات إلى الظل.

حاجز المزج

يكمن جزء من المشكلة في أن السوق مشبَّع بالفعل بالإيثانول. فقد أنتجت هذه الصناعة في عام 2012 أكثر من خمسين مليار لتر من إيثانول الذرة، ما يمثل 10% من وقود النقل في أمريكا، بما يكفي لتلبية الطلب تمامًا على البنزين المزيج E10 المستخدَم في معظم السيارات (شاهد «الاصطدام بالحائط»). يضع حاجز المزج هذا حدًّا على كمية الإيثانول التي يمكن أن يستوعبها السوق. ويضيق الخناق أكثر، حيث إن هناك بالفعل انخفاضًا في الطلب على البنزين، واهتمامًا متزايدًا ببدائل أخرى

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

مثل السيارات التي تعمل بالكهرباء. وقد يكون الإيثانول السليلوزي على وشك الظهور، لكن توقيت وصوله مزعج. يقول والاس تاينر خبير الاقتصاد الزراعي بجامعة بوردو في غرب لافايت بولاية إنديانا: «لا يوجد مكان لأي إيثانول إضافي».

وإيثانول الذرة حاليًا أرخص قليلًا من البنزين، لكن إيثانول السليلوز أكثر كلفة من كليهما. وتقترب تكلفة إنشاء مصنع إيثانول السليلوز من ضعف تكلفة مصنع إيثانول الذرة، حسبما يقول تاينر، كما تزيد الإنزيمات المستخدَمة من تكلفة التشغيل. ومع عدم القدرة على تعويض المنافسين، سوف يعتمد إيثانول السليلوز بشدة على برنامج «معيار الوقود المتجدد»؛ لتسهيل وصوله إلى مضخات البنزين. وقد دفع تأخر الإنتاج وكالةَ حماية البيئة الأمريكية لتقليص كمية إيثانول السليلوز المطلوب مزجها بالبنزين في مصافي التكرير.

هدفت خطة برنامج معيار الوقود المتجدد لعام 2014 في الأصل للوصول إلى 6.6 مليار لتر من إيثانول السليلوز، لكن في نوفمبر من عام 2013، اقترحت وكالة حماية البيئة خفض الكمية إلى 64 مليون لتر، مما يمثل مجرد قطرة، بالمقارنة للخطة الأصلية. ومن المتوقع أن يكون قد أتي الحكم النهائي في مارس أو إبريل الماضيين. تعالت أصوات مجموعات العمل على الوقود المتجدد، التي ترى أنه سيكون باستطاعة المنتجين تصنيع أكثر من 64 مليون لتر بمجرد انطلاق هذه الصناعة. يقول كريستوفر ستاندلي، نائب الرئيس التنفيذي للشؤون الدولية لشركة «أبينجوا»: «نعتقد أن وكالة حماية البيئة الأمريكية تستخف بقدرة هذه الصناعة». قد يتم بيع الإيثانول الفائض عالي الكلفة بخسارة في السوق المفتوح؛ مما يزيد من احتمال إعاقة هذه الصناعة الناشئة.

مشكلة السعة

لدى منتجي إيثانول السليلوز عدة خيارات لتوسعة أسواقهم، فبإمكانهم أولًا اختراق حاجز المزج، حيث تستطيع كل السيارات المصنوعة في أمريكا في العقد الأخير أن تعمل بمزيج 15% بين الإيثانول والبنزين، لكن معظم الموزعين والمستهلكين غير مقتنعين بهذا، ربما بسبب المخاوف القائمة على دراسات صناعة السيارات التي تدعي أن هذا الوقود سيضر بالمحركات.

قد تكون الصادرات للاتحاد الأوروبي طريقة أخرى لاختراق هذا الحاجز. ويهدف الاتحاد الأوروبي إلى جعل 10% من وقود النقل متجددًا بحلول عام 2020. وقد ينخفض سعر إيثانول السليلوز عن طريق حصاد أكثر كفاءة مع إنزيمات أكثر قوة، ومعالجات أقل تكلفة. وقد خفضت الصناعة السعر بالفعل من 9 دولارات للجالون (34 دولارًا للتر) منذ خمس أو ست سنوات إلى ما يقارب الدولارين في الوقت الحالي، على حد قول توماس فاوست، مدير المركز الوطني للطاقة الحيوية، وهو جزء من المختبر القومي للطاقة المتجددة في جولدن بولاية كولورادو.

ويقول تاينر إن هذا الأسلوب لا يمكن أن يعطي أكثر من هذا. ويجد هو وآخرون أملًا أكبر في أسلوب مختلف لتكسير السليلوز - باستخدام القوة المباشرة المجمَّعة من الحرارة والضغط والكيمياء. ويمكن لطرق الكيمياء الحرارية هذه أن تنتج النفط الخام، أو تيارًا من غازَي أول اكسيد الكربون، والهيدروجين المعروف باسم غاز التصنيع. وبعد مزيد من المعالجة والتكرير باستخدام المحفزات الكيميائية، يمكن أن يتحول كلا الغازين إلى هيدركربونات، مثل البنزين والديزل ووقود الطائرات. وقد تم اختيار هذا الوقود «المتقطر» بشكل حاسم، لأنه يمكن أن يحل محل الوقود العادي، دون الحاجة إلى تعديل المحركات، وبلا أي حاجز للمزج.

كما يمكن أيضًا استخدام مواد أولية أقل جودة، من خلال طرق الكيمياء الحرارية التي تفتت أي شيء، ابتداءً برقائق الخشب، وانتهاءً بالنفايات المحلية الصلبة. تبدأ شركة «إنركيم» ـ وهي شركة في مونتريال بكندا ـ أول محطة تجارية لتحويل النفايات الصلبة إلى غاز التصنيع في إدمنتون. وفي إبريل الماضي أو مايو الجاري، سوف تكون المحطة قادرة على تحويل غاز التصنيع إلى ميثانول. وفي العام التالي تخطط الشركة لأنْ تحوِّل الميثانول إلى إيثانول، وتقول إنه سوف يكون أقل تكلفة من إيثانول الذرة.

هذا في الغالب بسبب رخص المواد الأولية. وتبلغ رسوم مكبّات النفايات الصلبة في أمريكا 44 دولارًا للطن، غير شاملة للنقل، ولذلك.. تحرص البلديات على العثور على شركات مثل إنركيم، لكي تنفض يديها من هذه النفايات. وتقول ماري هيلين لابري، نائب الرئيس للشؤون الحكومية والاتصالات: «بشكل عام، نتقاضى أجرًا للحصول على المواد الأولية».

إن إنتاج غاز التصنيع يعطي الشركة المزيد من المرونة. ففي حالة حدوث تغير في سياسات الدولة أو السوق، يمكن للمنظومة أن تصنع وقود الهيدروكربون أو منتجات كيميائية ذات قيمة أعلى. وتخطط شركة «إنركيم» لبناء محطات مماثلة في مسيسبي وكيبيك في العام المقبل، وذلك في مشارَكة مع إدارة النفايات في هيوستن ـ تكساس ـ أكبر إدارة لمكبّات النفايات في أمريكا ـ التي ستوفر النفايات للشركة.

يتحول تمويل البحوث أيضًا نحو الكيمياء الحرارية. يقول ضياء الحق: «هذا لا يعني أننا نتخلى عن الإيثانول السليلوزي، لكن بالتأكيد حتى نتحرك قدمًا، فنحن نبحث بجدية أكثر في مسارات الهيدروكربون».

في العام الماضي، وفر مشروع لوزارة الطاقة الأمريكية تمويلًا لأربعة مرافق، من شأنها أن تستخدم كل وسائل الكيمياء الحرارية لصناعة الوقود المتقطر لإمداد البحرية الأمريكية بوقود حيوي متطور. وتعتبر عمليات الكيمياء الحرارية أساسية في تشغيل أول مصنعين تجاريين للسليلوز في أمريكا، تم افتتاحهما في العام الماضي. وهما: مصنع «كيور» KiOR في كولومبس ـ مسيسبي، ومصنع «إينيوس بيو» INEOS Bio بالقرب من شاطئ فيرو بفلوريدا (شاهد «محطات توليد الطاقة»). و(المصنعان متوقفان حاليًا، في انتظار التحديث). يعتقد ضياء الحق أن المحفزات طويلة الأجل سوف تؤدي إلى تقليل تكاليف إنتاج الهيدروكربونات السليلوزية باستخدام الكيمياء الحرارية في السنوات المقبلة.

ويقول ستاندلي إن علم الأحياء لا يزال قادرًا على المنافسة من خلال معالجة مواد أولية أرخص. وتراهن شركته على جيل جديد من الإنزيمات، بإمكانه تحويل النفايات المحلية إلى إيثانول. وقد افتتحت الشركة في شهر يوليو الماضي مصنعًا بالقرب من سالامانكا بإسبانيا كنموذج لهذا الغرض. وتأمل شركة «أبينجوا» أن تسمح لها هذه التكنولوجيا في نهاية المطاف بأن تتوسع خارج نطاق الذرة.

ويقول ستاندلي إنه طالما أُعطيت صناعة السليلوز الفرصة حتي تنضج ـ مثلما حدث مع صناعة إيثانول الذرة ـ فسيمكن الرجوع مرة أخرى إلى مسار برنامج معيار الوقود المتجدد، مضيفًا.. «إذا» التزمت وكالة حماية البيئة بالبرنامج. ■

محطات توليد الطاقة

تستخدم ثلاثة من إجمالي ستة مصانع سيليلوز تجارية في أمريكا الشمالية عمليات الكيمياء الحرارية، بدلًا من الإنزيمات البيولوجية لتحويل المواد الأولية إلى وقود

كندا
الولايات المتحدة
بيولوجي
كيموحراري
السعة السنوية (ملايين اللترات)

إنركيم
إدمنتون، ألبرتا
المواد الأولية: نفايات محلية صلبة
بداية التشغيل منتصف 2014
38 ميثانول

بويت ـ ديسم
إميتسبرج ـ أيوا
• حطب الذرة
• بداية التشغيل منتصف 2014
75 إيثانول

دبونت
نيفادا، أيوا
• مخلفات زراعية
• بداية التشغيل نهاية 2014
114 إيثانول

أبينجوا
هجتون، كانساس
• حطب الذرة ومخلفات زراعية أخرى
• بداية التشغيل منتصف 2014
95 إيثانول

كيور
كولومبوس، مسيسيبي
• كتلة حيوية خشبية
• بداية التشغيل 2013، ومتوقفة حاليًا في انتظار التحديث
49 بنزين/ ديزل

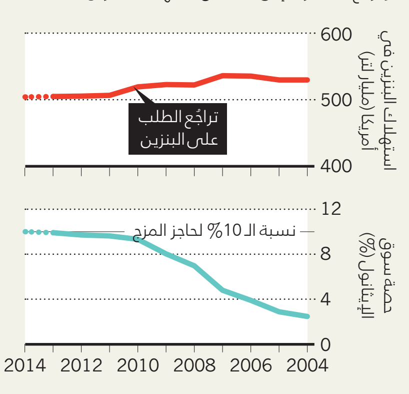
إنيوس بيو
شاطئ فيرو، فلوريدا
• مخلفات زراعية أو محلية صلبة
• بداية التشغيل 2013، ومتوقفة حاليًا في انتظار التحديث
30 إيثانول

SOURCE: CELLULOSIC BIOFUELS INDUSTRY PROGRESS REPORT 2012–2013 (AEC, 2012)



الارتطام بالحائط

هناك بالفعل ما يكفي من إيثانول الذرة لتلبية الطلب على مزج البنزين بالإيثانول بنسبة الـ 10% الواسع الانتشار. ويرجع ذلك جزئيًّا إلى انخفاض استهلاك البنزين



SOURCE: EIA

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

علوم الأرض

الشبكة العالميــة لرصد الزلازل تنتقل إلى البحــار

هناك نظامان، بوسعهما سد ثغرة بحجم المحيط في برامج الكشف عن الزلازل في سوق صعب.

نيكولا جونز

بعد مرور أكثر من 25 عامًا على إنشائها، صار هناك أمل في أن تقوم «الشبكة العالمية لرصد الزلازل» GSN بالاضطلاع بمهامها أخيرًا. تُنصت الشبكة ـ المكونة من حوالي 150 محطة لرصد الزلازل ـ إلى المؤشرات الدالة على الزلازل والتجارب النووية، كما تساعد الجيوفيزيائيين على تصوير باطن الأرض، إلا أن نطاقها محدود: حيث تقع جميعها على اليابسة.

ومع ذلك.. فقد أصبح من الممكن عما قريب إزالة البقعة البحرية العمياء الشاسعة لدى «الشبكة العالمية لرصد الزلازل»، وذلك بفضل الأجهزة الجديدة رخيصة التكلفة نسبيًّا، التي تم اختبارها ميدانيًّا بدءًا من إبريل الماضي، وسيستمر حتى يونيو القادم. وبالنسبة إلى جون أوركت؛ الجيوفيزيائي بمعهد سكريبز لعلوم المحيطات في لا جولا بكاليفورنيا، فإن إمكانية إجراء قياسات عالمية حقيقية هي أمر مثير. ويضيف قائلًا: «إن التوصُّل إلى الكيفية التي يعمل بها باطن الكوكب يصبح من الصعوبة بمكان حين تكون جميع أجهزة الاستشعار الخاصة بك تغطي فقط 30% من سطحه».

إن «الشبكة العالمية لرصد الزلازل» التي تدار بشكل مشترك من قبل اتحاد مؤسسات بحوث علم الزلازل في واشنطن العاصمة و«هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية» USGS، كان من المفترض لها في الأساس أن تغطي الكوكب بأكمله بأجهزة الاستشعار. غير أن تركيب أجهزة المراقبة الزلزالية بشكل دائم في قاع البحر قد ثَبت أنه مكلف للغاية. حيث يتطلب الأمر آلاف الأمتار من الكابلات لربط أجهزة المراقبة بعوامات على السطح كي تبث البيانات في الوقت الفعلي لحدوثها، كما أن تلك المعدات الضخمة لابد من أن توضع في مواقعها من قِبل سفن بحثية مُكلِفة. «إن الوقت الذي يستغرقه هذا الأمر مؤلم»، كما يقول جوناثان برجر، الجيوفيزيائي لدى سكريبز والذي شارك في«الشبكة العالمية لرصد الزلازل» منذ إنشائها. إن وضع وصيانة 2250 محطة في قاع البحر؛ تتباعد عن بعضها البعض مسافة 400 كيلومتر تقريبًا، سوف تتكلف ما بين 700 مليون ومليار دولار أمريكي على مدار خمس سنوات، بحسب قول جست نوليت، الجيوفيزيائي لدى جامعة نايس صوفيا أنتيبوليس في فرنسا.

في مواجهة تلك التكلفة المُفرطة، تدَبَّر الباحثون أمورهم بشكل فعال جزئيًّا. ففي أي وقت من الأوقات، تجد بضع مئات من محطات رصد الزلازل موضوعة في قاع المحيط بشكل مؤقت، لتقوم بتخزين البيانات لحين التقاطها بواسطة السفن. ويحدث ذلك عادةً مرة واحدة سنويًّا. ويتم الإشراف على العدد الأكبر منها من قِبَل المجموعة المختصة بـ«معدات رصد الزلازل في قاع المحيط» OBSIP، التي يتم تمويلها بواسطة المؤسسة الوطنية الأمريكية للعلوم NSF. إن تلك المحطات المؤقتة مفيدة في إجراء التحليلات بأثر رجعي، مثل تتبع الكيفية التي ترددت بها أصداء الزلازل عبر الأرض، كما تساعد في حساب مواقع الأعمدة المنصهرة داخل وشاح الأرض، لكن لا يمكن استخدامها لأي غرض يتطلب

آذان تحت الماء

تقنيات اتصال جديدة يمكنها أن تجعل مراقبة النشاط الزلزالي في قاع البحر أرخص وأسهل.

عوامة MERMAID
مكبر صوت مائي يطفو بحُرّية ويمكنه التقاط ضغط الأمواج الناشئ عن الزلازل.

وحدة ADDOSS
"مُنزلِق" مدفوع بقوة الأمواج.. يكون على اتصال بمقياس الزلازل في قاع المحيط.

بيانات في الوقت الفعلي للحدوث، مثل مراقبة وقوع الزلازل.

لهذا الغرض، قامت بعض البلدان ـ بما فيها اليابان وكندا ـ بتركيب مصفوفات من المحطات البحرية، باهظة التكلفة، ومتصلة سلكيًّا لرصد الزلازل، وتتغذى بالطاقة، وترسل البيانات عبر كابلات من الألياف الضوئية. وستقوم الولايات المتحدة الأمريكية قريبًا بتركيب مصفوفتها الخاصة، في إطار مبادرة مراصد المحيط الخاصة بالمؤسسة الوطنية الأمريكية للعلوم (انظر: *Nature* **501**, 480-482; 2013)، لكن لأغراض المراقبة العالمية، فإن مزيدًا من الخيارات العملية المتاحة بأسعار معقولة قد بدأ في الظهور على السطح.

بدأ برجر مؤخرًا في إجراء تجارب ميدانية موسعة على «نظام رصد الزلازل المتموضع ذاتيًّا في قلب المحيط» ADDOSS، الذي يستخدم «مُنزلقات» تحوّل حركة الموجات إلى قوة دفع. ويتألف النظام من جزء مغمور، وعوامة سطحية في حجم لوح التزلج مجهزة بألواح شمسية، ونظام تحديد المواقع بالأقمار الصناعية، كما تستطيع المُنزلقات استعادة البيانات لاسلكيًّا من مقاييس الزلازل الموضوعة في قاع المحيط (انظر: «آذان تحت الماء»). تم بناء النظام من قِبَل شركة «ليكويد روبوتكس» Liquid Robotics في سانيفيل بكاليفورنيا، كي يكون خفيفًا بالشكل الكافي؛ من أجل أن يتم تركيبه بواسطة سفن عادية، بدلًا من سفن الأبحاث المتخصصة. وفي حال مواجهتها لأي مشكلة، يمكن برمجة المُنزلقات؛ كي تسبح إلى الشاطئ. يقول برجر إن فريقه قد صمم - ولكنه لم يبْنِ بعد – مقياس الزلازل الذي يوضع بقاع المحيط، بحيث يكون انسيابي الشكل؛ مما يُمكّن المنزلقات من سحبه إلى مواقع الأبحاث.

«إنها تقنية من شأنها أن تمكننا من أشياء كنا نرغب في فعلها منذ وقت طويل، من أجل البحوث المتعلقة بالعلوم الأساسية ومخاطر الزلازل»، حسب قول ثورن لاي، وهو متخصص في دراسة الزلازل في جامعة كاليفورنيا، سانتا كروز، وهو غير منتمٍ إلى المشروع. ويقول معلقًا إن محطات المحيط ينبغي لها أن تكون قادرة على رصد الزلازل البحرية الصغيرة التي يتم تفويتها من قِبَل الأجهزة الموجودة على اليابسة، والتي من شأنها أن تثمر عن اكتشافات تتعلق بوشاح الأرض.

كان أول اختبار طويل الأجل يجريه برجر على إحدى محطات «نظام رصد الزلازل المتموضع ذاتيًّا في قلب المحيط» في الشتاء المنقضي، قد تمت مقاطعته عندما تعرضت إحدى المنزلقات إلى بعض المشكلات. وسيعاود المحاولة مجددًا في شهر مايو الجاري أو يونيو القادم. وإذا سارت الأمور بشكل جيد، فإنه يتصور وضع 20 من تلك المحطات بالمحيطات حول العالم..على بعد حوالي 2000 كيلومتر عن بعضها البعض. إن تكلفة كل محطة؛ وهي تقل عن 200,000 دولار أمريكي، ستكون مماثلة لتكلفة تركيب وصيانة واحدة من محطات رصد الزلازل الحالية الخاصة بـ«الشبكة العالمية لرصد الزلازل» القائمة على اليابسة.

هذا.. ويهدف جهد موازٍ مدفوع بمساعٍ من قِبَل نوليت إلى توفير تغطية للمحيطات بتكلفة أرخص، مثل «النظام المحمول لتسجيل الزلازل في المناطق البحرية بواسطة الغواصين المستقلين» MERMAID وهو بمثابة مجموعة من العوامات التي تطفو بحُرّيَّة وتتجرف مع التيار. وتحمل كل عوامة مكبر صوت مائيًّا يستطيع التقاط موجات الضغط الناشئة عن الزلازل الكبيرة أو القريبة، إلا أنه لا يستطيع رصد حركة قاع البحر. ويتوقع نوليت أنه بإمكانه تغطية كوكب الأرض بـ 300 جهاز مماثل في مقابل 24 مليون دولار. وقد أثبتت الاختبارات التي أجريت على أربع عوامات في المحيط الهندي خلال الشتاء المنقضي أنها تستطيع «الاستماع» عبر ضوضاء البحار الهائجة.

في شهر إبريل الماضي، خطَّط نوليت إلى وضع عشرة أجهزة أخرى لتصوير أعمدة الوشاح التي تقع أسفل جزر جالاباجوس. وقد استغلت جهودٌ سابقة لتحديد مواقع الأعمدة شبكة «معدات رصد الزلازل في قاع المحيط»، وهو «برنامج عظيم، لكنه مكلف للغاية، ولا يستطيع القيام بكل شيء»؛ وذلك حسب قول سيسلي وولف، المتخصصة في علم الزلازل لدى «هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية» بجامعة ريستون في فرجينيا، التي استخدمت الشبكة للتحقيق بشأن الأعمدة الموجودة أسفل هاواي. إن تقنيات مثل «النظام المحمول لتسجيل الزلازل في المناطق البحرية بواسطة الغواصين المستقلين»، أو برنامج «نظام رصد الزلازل المتموضع ذاتيًّا في قلب المحيط» الخاص ببرجر، سوف تتمكن في يوم ما من القيام بعمل مماثل بتكلفة أرخص، كما يمكن أن يتم دمج قياساتهم مع تلك الخاصة بـ«معدات رصد الزلازل في قاع المحيط»؛ من أجل مساعدة الباحثين على تمييز وتقليل درجة «التشويش» بفعل الإشارات الزلزالية الناشئة من خارج منطقة المسح الخاصة بهم، حسب قول وولف.

وإذا نجحت التقنيات الجديدة، فإنها سوف تمثل تحولًا ملحوظًا للعلم، حسب قول أوركت، الذي أضاف قائلًا إن الأمر سوف يستغرق فترة من الوقت، قبل أن تبلُغ تلك الأنظمة كامل إمكاناتها، و«سوف نحتاج إلى بضعة عقود من المراقبة، قبل أن تبدأ الأمور في الوضوح». ■

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



UNIV. MISSISSIPPI COMMUNICATIONS

تُستَنْبت الماريجوانا ـ التي يتم استخدامها لأغراض البحث في الولايات المتّحدة الأمريكيّة ـ في مزرعة بجامعة مسيسيبي في أكسفورد، وهي المُنشأة الوحيدة التي تُجيزها الحكومة الفيدراليّة.

سياسة

خَتْمٌ فيـدرالي بالشَّمـع الأحمـر على أبحاث الماريجـوانا

بالرَّغم من التّصديق على تشريع استخدام هذا المُخدِّر في اثنتين من الولايات الأمريكيّة، تتواصل القيود على إجراء أبحاث الطب الحيوي عليه.

هيلين شِن

توجد في غرفةٍ مُحْكمة الإغلاق في الحرم الجامعي الجديد لجامعة نيويورك بجنوب مانهاتن خزنة تزن نصف طن من الفولاذ، محفوظةٌ بداخلها مئات القوارير التي تحتوي على عقار مستخلَص من نبات الماريجوانا. يُعَدّ هذا العقار– إبيديوليكس (Epidiolex)- بالنسبة للحكومة الأمريكية أحد أخطر المواد في العالم، وهو جاهزٌ لسوء الاستخدام، لكن بالنِّسبة لأورين ديفينسكي، عالم الأعصاب في الجامعة نفسها، فهو عقار مُحتمل للأورام لدى الأطفال المُصابين بالصَّرع الحادّ.

وبالرَّغم من أنَّ إبيديوليكس ـ الذي صنعته شركة جي دبليو فارماسيوتيكالز بسالزبوري في المملكة المُتّحدة ـ ليس نفسانيَّ التأثير (psychoactive)، فقد استغرق الأمرُ من ديفينسكي ستة أشهر مُحبِطة في مساعيه للحصول على مُصادقة محلية وقوميّة لإجراء تجربة إكلينيكية بدأت في يناير الماضي، إذ يقول: «إذا اقتحم بعض اليافعين المكان، لن يحصلوا على شيء منه [العقار]». وتشير الحواجز الماديَّة والتنظيميّة التي تحيط بإبيديوليكس إلى الوصمة التي لا تنْفكُّ تُحْبِط أبحاث الماريجوانا ومُشتقاتها، حتى في الولايات الأمريكيّة التي بدأت بترخيص استخدامها وبيعها مثل ولاية كولورادو وواشنطن (انظر: «الاحتراق البطيء»).

بدأت ولاية كولورادو إتاحة بيع الماريجوانا قانونيًّا في يناير الماضي، ويشهد بيعها ازدهارًا لافتًا. كما ينظر المُشرّعون في الولاية في اقتراح لتوفير سبعة ملايين دولار أمريكي لدراسة القدرة العلاجيّة للعقار، لكن حتى لو تمّت الموافقة على الاقتراح، فقد لا يحصل باحثو كولورادو على إذْن باستخدام الماريجوانا المُستنبَتة محليًّا في أبحاثهم، وسيتعيّن عليهم تأمين تصاريح حكومية على عدة مستويات قبل بِدء أيّ تجربة إكلينيكيّة. وما زالت وكالة مكافحة المخدِّرات الأمريكيّة (DEA) تُصنِّف الماريجوانا على حدٍّ سواء مع الهيروين و مُخدِّر الـ إل إس دي (ثُنائي إيثيل أميد حمض الليسرجيك) (LSD) كمواد «غير مقبولة للاستخدام الطبيّ حاليًا، وعُرْضَة لسوء الاستخدام».

يعلق ديفينسكي: «إنَّها لَمُفارَقةٌ سيئة، سيئة للغاية، «فالحكومة الفيدراليّة تُقيِّد بشدَّة البحث الذي بإمكاننا إجراؤه».

وحاليًا تُدير المؤسسة القوميّة الأمريكيّة لمنع إساءة استعمال العقاقير (NIDA) مزرعة الماريجوانا الوحيدة المُجازَة فيدراليًّا في البلاد، التي تُنْتِج الماريجوانا لسد احتياجات الأبحاث عبر تعاقد مع جامعة مسيسيبي في أكسفورد. وللحصول على عينات من الأصناف النباتية، على الباحثين ـ حتى أولئك الّذين يحصلون على تمويل محلي أو خاص ـ الحصول على تصريح من وزارة الصحّة والخدمات الإنسانيَّة (HHS) أو مؤسسات الصِّحة القوميَّة، وكذلك الحصول على تصريح من إدارة الغذاء والدَّواء الأمريكيَّة. وعلى وكالة مكافحة المُخدِّرات الأمريكيَّة ومسؤولي مكافحة المُخدِّرات المحليين المُصادقة على مُنشآت البحث؛ لضمان تخزين واستخدام آمِن للماريجوانا. وقد تستغرِق عمليَّة الحصول على هذه التَّصاريح عدة أعوام.

تُدْرِك سوزان سيسلي ـ طبيبة نفسيَّة إكلينيكيَّة من كليَّة الطب بجامعة أريزونا في فينيكس ـ ذلك جيّدًا. فقد حصلت على تصريح من قِبَل إدارة الغذاء والدّواء الأمريكية عام 2011، لإجراء تجربة باستخدام الماريجوانا في علاج حالة اضطراب ما بعد الصَّدمة لدى المُحاربين العسكريِّن، لكنَّها لم تحصل على التّصريح من قبل وزارة الصحّة والخدمات الإنسانيَّة، إلّا قبل أسبوعين، أي بعد حوالي 3 سنوات تقريبًا من تقديم الطلب. ورغم أنَّ سيسلي استطاعت جذب الكثير من المُتطوِّعين للاشتراك في تجربتها المُصمَّمة لـ70 ◄

الاحتراق البطيء

حتى في الولايات المتحدة، حيث استخدام الماريجوانا قانوني للبالغين دون قيود، تعوق القوانين الفيدراليَّة إجراء الأبحاث على هذا المُخدّر.

واشنطن
كولورادو
ميريلاند
الولايات المُتحدة الأمريكيّة
ألاسكا
هاواي

استعمال الماريجوانا قانوني للبالغين
سريان القوانين الطبيّة على الماريجوانا*
إجراء الأبحاث الطبيّة على الماريجوانا مُتاح

*الولايات المُتأثّرة: ألاسكا، أريزونا، كاليفورنيا، كونيتيكت، ديلاوير، هاواي، إلينوي، مِيْن، ميريلاند، ماساتشوستس، ميشيجان، مونتانا، نيفادا، نيو هامشير، نيو جيرسي، نيو مكسيكو، أوريجون، رود أيلاند، فيرمونت.

SOURCE: MARIJUANA POLICY PROJECT

مُشتركًا، فعلى مُختبرها أن يجتاز مُعاينة المسؤولين الرّسميّين المُختصّين بالعقاقير، قبل أن يكون بوسعها الحصول على كميَّات محدودة من نبات الماريجوانا الوحيد المُصرّح به فيدراليًّا.

يحتوي هذا الصنف من الماريجوانا نسبيًّا على مستويات مرتفعة من مادة رباعي- هيدرو- كانابينول (THC)، المُركّب الرَّئيس الفعَّال في الماريجوانا، ومستويات منخفضة من مادة الكانابيديول (CBD)، وهو مُركّب آخر قد يكون ذا قُدرة علاجيّة. وتُساعد مثل هذه الزّراعة المضبوطة في الحفاظ على الثّبات الكيميائي في أبحاث الماريجوانا، كما يُوضِّح ذلك محمود السُّهلي، الذي يُشرف على مشروع الماريجوانا في المؤسسة الأمريكية لمنع إساءة استخدام العقاقير في جامعة مسيسيبي .

يتوقّع السُّهلي طلبًا وشيكًا لإجراء بحوث على أصناف أكثر للنبات، خاصَّةً تلك التي تحتوي على تركيزات أعلى من مادّة الكانابيديول. وتُشير بعض المُعطيات المُنبثِقة إلى أنَّ هذه المادة الكيميائيَّة تُبدي تأثيرات مضادة للاختلاجات، مضادّة للالتهاب ومُخفِّفة للأوجاع، بينما تفتقر ـ لحد يصل إلى مقاومة ـ إلى التأثيرات النفسانية لمادة رُباعي- هيدرو-كانابينول (THC)[1-3]. كما أجّج عددٌ من الحكايات الرائجة بشكل واسع، تناول استخدام منتجات الماريجوانا لعلاج الصَّرع الحادّ لدى الأطفال، الاهتمام العام بالماريجوانا الغني بتَركيز مادّة الكانابيديول. بعد أن لاحت بعض التقارير بخبر انتقال عائلات إلى ولاية كولورادو لتتمكّن من الحصول على مادة الكانابيديول لأطفالها. يرى ديفينسكي وباحثون آخرون أنَ هناك حاجة مُلحَّة لتسريع الاختبارات العلميَّة حول هذه المادة.

وقد حضَّر السُّهلي نوعًا واحدًا من الماريجوانا الذي يحتوي على كمِّيات متساوية من مادة الكانابيديول ومادة رُباعي- هيدرو- كانابينول، ويأمل في إنتاج نوعيَّة ذات تركيز مرتفع من الأولى، ومُنخفض للثانية، لاحقًا هذا العام، إذ يقول: «مع كل هذا الرّواج الذي شاع مؤخّرًا، فأنا واثقٌ من أنَّ هناك من سيطلب ذلك».

وأصناف الماريجوانا التّرفيهيَّة، التي تُغرِقُ الأسواق في كولورادو ـ مثل «لِمون سكانك»، و«جولدن جوت»، و«بوبا كوش» ـ لن تُساعد في ملء الفراغ البحثي. وقد ذكَّرت جامعة كولورادو أعضاء كليّتها، في مذكّرة أطلقتها في مُستهلّ مارس الماضي، بحصر دراساتهم عبر القنوات المعترف بها فيدراليًّا فقط، بالرَّغم من أنّها تعترف بأنَّ تزويد المؤسسة القوميّة الأمريكيّة لمنع إساءة استعمال العقاقير لن يكون مُمثّلًا لعدد كبير من أصناف الماريجوانا المُتوفِّرة لسُكّان الولاية. يقول كِن ماك كونلّوج، المُتحدث باسم الجامعة: «علينا، كجامعة تحصل على مساعدات ماليَّة من الحكومة الفيدراليَّة، وكذلك على تمويلٍ للأبحاث، أن نمتثل للقانون الفيدرالي».

«تُقيِّدُ الحكومة الفيدراليّة بشدَّةٍ ذلك البحث الذي بإمكاننا إجراؤه».

وأبحاث الصِّحة العامَّة، هي أحد الحقول التي يبدو أنَّها تزدهر في كولورادو وواشنطن، إذ يُحضّر المسؤولون في الولايتين استقصاءات ودراسات لتعقُّب نسب تعاطي الماريجوانا على المدى البعيد، في ضوء زيادة الوصول إليها وقَبُولِ تعاطيها اجتماعيًّا، بالإضافة إلى توفّر مُعطيات على نطاق واسع للمرة الأولى. وتقول لورا بورجلت، صيدلانيّة إكلينيكيّة في جامعة كولورادو في أورورا: «لدينا اليوم أشخاصٌ أكثر يُقْدِمون على تعاطي الماريجوانا، وهم أكثرُ استعدادًا ـ من ذي قبل ـ لإخبارك بأمر تعاطيهم لها». وبورجلت مُهتمَّةٌ بدراسة تأثيرات تعاطي الأم الماريجوانا ـ خلال الحمل ـ على تطوُّر الطِّفل.

ومن ضمن الموضوعات الأخرى التي تقع في دائرة الاهتمام.. التغييرات المحتمَلة المرتبطة بتعاطي الماريجوانا مع استهلاك المشروبات الكحولية وعقاقير أخرى، اتّجاهات حوادث الطُّرق والسّلوكيَّات الخَطِرة، والأداء الدِّراسي. هذا.. وقد منحت المؤسسة القوميّة الأمريكيّة ـ لمنع إساءة استعمال العقاقير ـ في العام الماضي حوالي مليون دولار أمريكي، كتمويل تكميلي لخمسِ مجموعات لدراسة بعض هذه الأسئلة في سِياق تجارب وبائيّة طبيعيّة على وشك الإجراء في ولايتي كولورادو، وواشنطن.

لا تتوفّر المُعطيات الكافيَّة للتنبُّؤ بآثار ترخيص استخدام وبيع هذا المُخدِّر. ويقترح روبرت ماك كاون ـ عالِم نفسي اجتماعي من جامعة كاليفورنيا في بيركلي ـ في دراسات عن نظام «عدم مُكافحة» النبات المُخدّر في هولندا، بأنَّ تعاطيه ارتفع في فترة الثمانينات، عقب الانتشار الواسع لحوانيت بيع الماريجوانا[4]. لكنْ في المُجمَل، تتقارب نسب استخدام الماريجوانا في هولندا ونسب استخدامها في الدول الأوروبيّة الأخرى.

ويُحذِّر ماك كاون مِن صعوبة استنباط هذه النَّتائج بالنسبة إلى الولايات المتحدة الأمريكيّة، نظرًا إلى الاختلافات الثّقافيَّة. وقد بدأ فريقه دراسة أنماط تعاطي المُخدر في واشنطن، آملاً في أنْ يرى مُعطياتٍ من الباحثين في كولورادو، إذ يقول: «أنتظر بتشوُّق للاطِّلاع على ما بِوُسعنا معرفته». ■

1. Izzo, A. A., Borrelli, F., Capasso, R., Di Marzo, V. & Mechoulam, R. *Trends Pharmacol. Sci.* **30,** 515–527 (2009).
2. Hill, A. J., Williams, C. M., Whalley, B. J. & Stephens, G. J. *Pharmacol. Ther.* **133,** 79–97 (2012).
3. Niesink, R. J. & van Laar, M. W. *Front. Psychiatry* **4,** 130 (2013).
4. MacCoun, R. J. *Addiction* **106,** 1899–1910 (2011).

علم المناخ

إلنينـو يختبـر المتنبِّئيـن

بينما تظهر إشارات على حدث مناخي كبير هذا العام، قد يهدِّد ضَعْف البيانات المتاحة محاولات تحسين التنبؤات الجوية.

جيف توليفسون

ظهرت أولى الإشارات على وجود ظاهرة إلنينو قيد الحدوث في يناير الماضي، حيث عكست الرياح التجارية ـ التي تهب عادة من الشرق ـ مسارها قرب بابوا غينيا الجديدة. وبينما بدأت في التجمع على مدى المحيط الهادئ الاستوائي، قامت هذه الرياح بدفع المياه الدافئة نحو أمريكا الجنوبية. والآن أصبح علماء المناخ ومتنبِّئو الطقس على أهبة الاستعداد والترقب.

إنّ حدوث ظاهرة إلنينو كبيرة ـ ارتفاع دوري لحرارة المياه في المنطقة المدارية الشرقية للمحيط الهادئ ـ يمكن أن يزيد من درجات الحرارة ويحدث اضطرابًا في المناخ العالمي. كان أحدث تلك الحالات الكبرى ما جرى في موسم 1997-1998، وأصبح مرتبطًا بحدوث آلاف الوفيات، وخسارة العشرات من مليارات الدولارات على شكل أضرار ناجمة عن الجفاف والحرائق والفيضانات، بامتداد عدة قارات. لكن، وبعد مرور 15 عامًا على تلك الحالة، يبقى التنبؤ بوقت وشدة ظاهرة إلنينو

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أمرًا صعبًا، خاصّة مع تدهور نسبي في أنظمة المراقبة المائية التي تزود النماذج المناخية المتطورة بالبيانات منذ ذلك الوقت.

يظهر إلنينو عادة خلال الصيف في النصف الشمالي من الكوكب، وتحدث أكثر مراحله حدّةً في شهر ديسمبر. ويمكن لنماذج التنبؤ أن تحقق نتيجة جيدة في التنبؤ بقوته النهائية خلال شهر يوليو، عندما تصبح التغيرات في أنظمة الدوران المحيطي التي تحدد أنماط الطقس أكثر وضوحًا، لكن العلماء يعملون بسرعة على توفير تنبؤ أسرع؛ لمنح الوقت للحكومات للمزيد من الاستعدادات لنتائج الأنماط المناخية المدمِّرة المرافِقَة للظاهرة. ففي عام 1997، فاجأت ظاهرة إلنينو العلماء، التي حطمت كل السجلات السابقة، بالرغم من وجود مؤشرات مسبقة، تمثلت في تغيرات في بيانات الرياح ودرجات الحرارة السطحية للبحر (انظر: التسخين). كان المركز الأوروبي للتنبؤات الجوية متوسطة المدى في مدينة ريدينج في بريطانيا متردِّدًا في إصدار تحذيرات مبكرة، لأن النموذج الذي استخدمه للتنبؤ لم يكن قد اختُبِر بعد. أما النموذج الذي سبق أن تنبأ بظاهرة إلنينو السابقة ـ والذي طوّره علماء من مركز مراقبة الأرض في باليسايدز في نيويورك، التابع لجامعة كولومبيا ـ فكان قد توقّع ظروفًا طبيعية.

يقول مايكل ماكفادن، عالِم المحيطات في الوكالة الأمريكية لإدارة المحيطات والجو في سياتل بواشنطن: «كنا في الأيام الأولى من محاولات التنبؤ، ولكننا الآن أكثر منهجيّة وتنظيمًا عن ذي قبل».

وفي هذا العام أصدرت الوكالة الأمريكية لإدارة المحيطات والجو أول تنبؤ لها في 6 مارس الماضي، وقدّرت فيه وجود فرصة بنسبة 50% لتطور ظاهرة إلنينو خلال هذا الصيف، ولكن مثل هذه التنبؤات المبكرة، وغيرها الصادرة من المؤسسات الجوية والمعاهد البحثية حول العالم، تصدر مع كثير من الشكوك وعدم التيقن، إذ يمكن للرياح الاستوائية المتقلبة في شهر إبريل أن تحطم إلنينو أثناء تكوينه، أو تزيد من قوته.

يقول الباحثون إن التطور الحقيقي في مجال التنبؤات الجوية أتى من المقارنة المنهجية لمخرجات عدة مجموعات من النماذج، مع تنفيذ كل محاكاة حوسبية ضمن نطاق من الظروف المناخية الممكنة. يقول جابرييل فيتشي، مختص النمذجة المناخية في مختبر ديناميكيات السوائل الجيوفيزيائية في برنستون في نيوجيرسي: «دمج هذه التنبؤات المختلفة ـ ربما باستخدام التعهيد الجمعي ـ يمكن أن يؤدي إلى تنبؤ أكثر مصداقية»، فعملية الوصول إلى متوسط ما بين نتائج عدة تنبؤات يمكن أن يلغي أخطاء البرامج الفردية كما يشير. وتزداد أيضًا حساسية المحاكاة، حيث تقوم نماذج المناخ العالمية بتقسيم الكوكب إلى عدة مربعات، مثل شاشة حاسوب مقسمة إلى مجموعة من البكسلات، وتقدم المتغيرات المناخية، مثل درجات الحرارة على شكل معدّلات في كل خلية. يزيد مختصو النماذج من وضوح النطاق عن طريق تقليل حجم الخلايا. فمثلًا، قام مختبر فيتشي بتقليص نطاق التنبؤات من خلايا تمثل امتداد 200 كيلومتر إلى أخرى بامتداد 50 كم، وبالتالي زيادة عدد الخلايا بحوالي 16 ضعفًا. ونظريًّا، يسمح هذا بتمثيل أكثر دقة للعمليات والتفاعلات الفيزيائية متناهية الصغر التي تحدِّد توجهات الطقس، وبالتالي المناخ.

يقوم المتنبِّئون أيضًا ـ وبشكل مستمر ـ بتحسين كيفية دمج بيانات المراقبة البيئية، ويقدمون تفاعلات معقدة ما بين ظروف الجو والمحيط.

وخلال فصل الربيع عندما يكون التنبؤ في أشد مراحله صعوبة، مَنحت هذه التحسينات نماذج المناخ المبنية على العمليات الفيزيائية ميزةً تفضيلية على النماذج الإحصائية الأقل تعقيدًا، التي تقارن التوجهات الراهنة للجو مع تلك التي حدثت في السنوات الماضية، وتقوم ـ بالتالي ـ بتقدير احتمال أن يعيد التاريخ نفسه.

> **«يمكن للرياح الاستوائية المتقلّبة أنْ تضعف عملية تكوين إلنينو، أو تزيد من شدّتها».**

تشير كافة التنبؤات المبدئية لهذه السنة إلى ظهور حالة متوسطة أو شديدة من إلنينو في الأشهر القادمة، أو استمرار الظروف العادية، ولكن أيًّا منها لا يتوقع ظهور الحالة المعاكسة لها، وهي إلنينا، التي تتمثل في صعود تيارات من المياه الباردة من الأعماق نحو سطح البحر على امتداد ساحل المحيط الهادئ في أمريكا الجنوبية.

في الأسابيع القادمة سيقوم العلماء بمتابعة استمرار تدفُّق المياه الساخنة على امتداد المحيط الهادئ نحو أمريكا الجنوبية، حيث يتكون إلنينو، ولكن في ضربة موجعة للجهود الرامية إلى تحسين دقة التنبؤات، فإن البيانات التي يعتمدون عليها لقياس درجات حرارة المحيط ستصبح أكثر سوءًا. فقد بدأت إحدى أنظمة العوامات المائية الجامعة للبيانات ـ التي تدعمها الولايات المتحدة، واسمها «المنظومة الجوية والبحرية الاستوائية» ـ في التفكك، نتيجة لتراجع المخصصات المالية (انظر: *Nature* http://doi.org/q72; 2014).

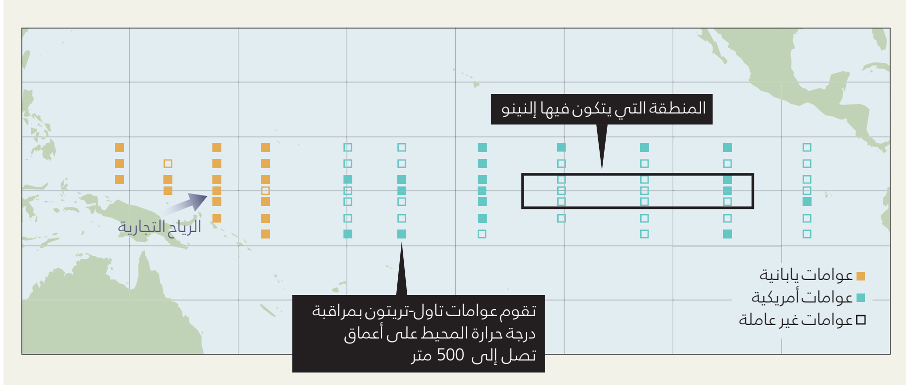
تعهّدت الوكالة الأمريكية لإدارة المحيطات والجو بإعادة تأهيل وتركيب النسبة الأكبر من هذا النظام بحلول نهاية العام، لكن هذا الدعم المالي سيحدث بعد أشهر من الوقت المقدَّر لحدوث ظاهرة إلنينو الكبيرة. وسيضطر العلماء لدعم البيانات المتفرقة من العوامات بأخرى صادرة من مراقبة الأقمار الصناعية لدرجات حرارة المياه على مستوى سطح البحر، التي يمكن أن تستخدم وسيلة قياس لاستخلاص عمق الأمواج المتوقّعة من المياه الدافئة.

إنّ المخاطر عالية جدًّا.. فمنذ عام 1998، بقي الجزء الشرقي من المحيط الهادئ في مرحلة من البرودة ترافقت مع عدة حالات من الظروف المشابهة لظاهرة إلنينا، ولكن كل 15-30 سنة، وضمن دورة تُعرف باسم التذبذب العقدي الهادئ، تنقلب هذه التوجهات. وقد طوَّر كيفن ترِنبِرث ـ عالِم مناخ في المركز الأمريكي لبحوث الغلاف الجوي في بولدر في بكولورادو ـ نظريةً، مفادها أن حدوث ظاهرة إلنينو كبيرة بإمكانها أن تعيد المحيط إلى حالة جديدة من السخونة، ترتبط بدورها ـ حسب الدراسات ـ بتسارع في الاحترار العالمي وحوادث إلنينو مستمرة. (انظر: *Nature* **505**, 276–278; 2014).

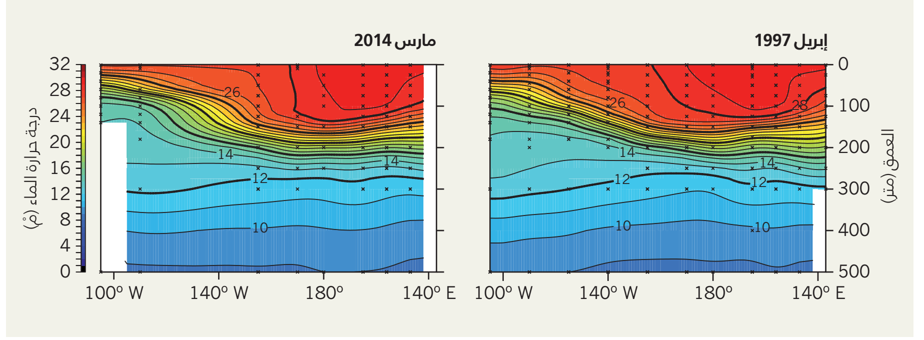
كل هذا يعتمد على ما سيحدث بسبب انتقال المياه الساخنة على امتداد المحيط الهادئ في شهري إبريل الماضي، ومايو الحالي. يقول ترِنبِرث: «يبدو أن النظام بات جاهزًا للمرحلة القادمة، فإما أن ينطلق فعلًا، أو يضعف تدريجيًّا». ■

التسخين

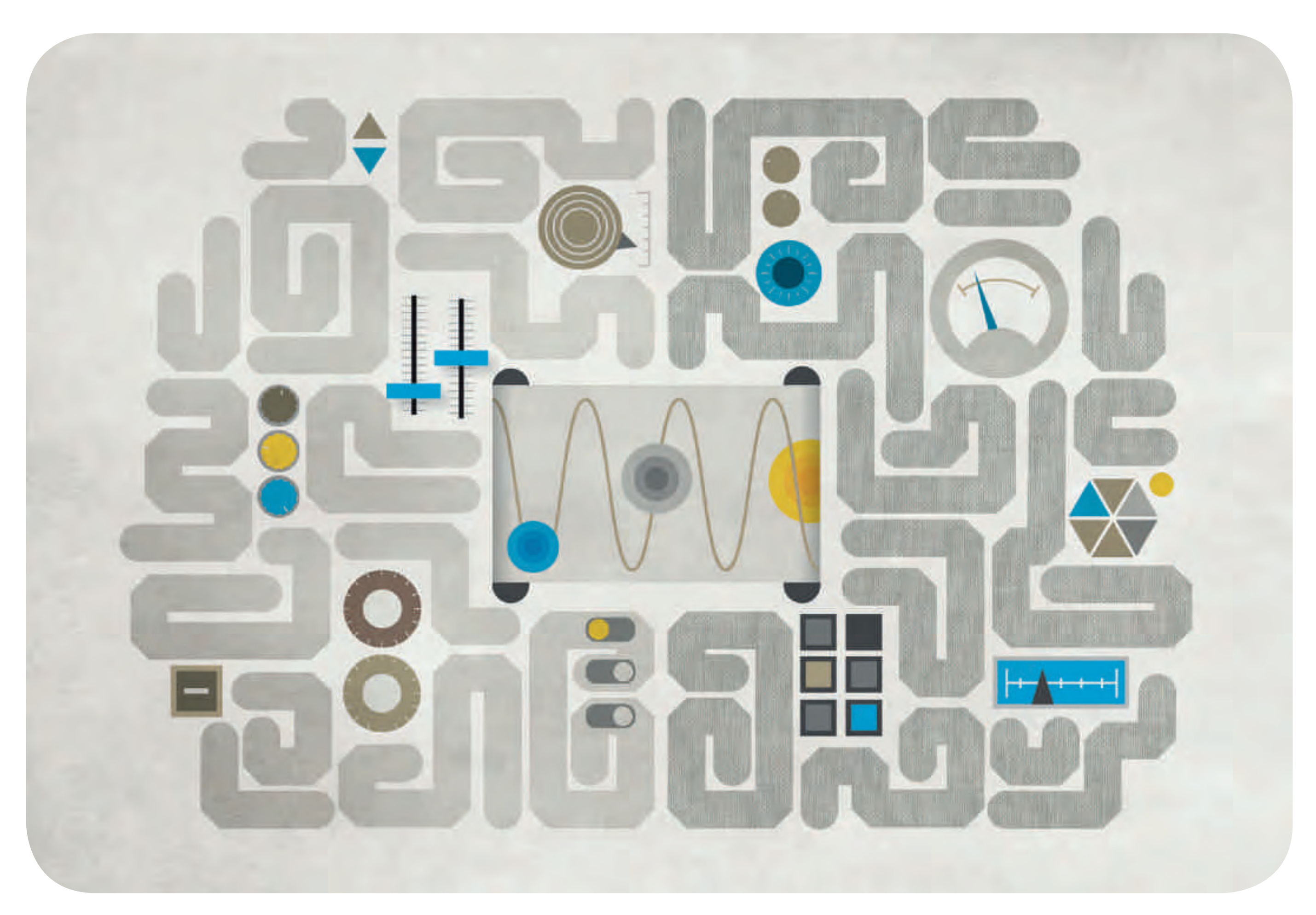
تقوم المنظومة الأمريكية-اليابانية تاول-تريتون TAOL/TRITON - وهي مجموعة من العوامات في المحيط الهادئ - بقياس درجات حرارة المحيط في المنطقة التي تتكون فيها ظاهرة إلنينو، لكن تقليص الميزانية الأمريكية أدى إلى إضعاف عمليات صيانة العوامات، وبالتالي تسبَّب في انهيار محتمل للمنظومة. ويمكن أن يجعل ذلك متابعة عملية تكوُّن إلنينو صعبة جدًّا.



تهب الرياح التجارية في العادة باتجاه الغرب، ولكن في يناير وفبراير ينعكس اتجاهها لفترة قصيرة، لتدفع بالمياه السطحية الدافئة نحو أمريكا الجنوبية، حيث يبدأ تكون إلنينو. تسببت ظروف مشابهة في بداية عام 1997 في إنتاج أكبر حدث معاصر لإلنينو على الإطلاق.



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



ضَبْط الدمـاغ

أظهرت تقنية الحث العميق للدماغ أملًا في علاج بعض الأمراض، مثل مرض باركنسون. وحاليًا يستخدم العلماء هذه التقنية في محاولة لعلاج الاضطرابات العصبية الأخرى.

هيلين شِن

يُعتبر الجلوس بلا حراك تحدّيًا لفرانك دونوبيديان، لكن في ذلك اليوم في بداية شهر يناير الماضي، طُلب منه أن يفعل ذلك لمدة ثلاث دقائق. ففي أحد معامل جامعة ستانفورد في ولاية كاليفورنيا، جثم السيد فرانك على كرسي ضاغطًا بكفيه على جنبيه، واضعًا قدميه على الأرض، محاولًا ـ بصعوبة ـ التحكم في أطرافه المرتجفة، نتيجة إصابته بمرض باركنسون، حتى استطاع الاسترخاء بعد مرور 180 ثانية.

هذا لم يكن كل شيء، إذ طُلب من السيد فرانك أن يقف ساكنًا، أو يستلقي على الأرض دون حركة، أو يمشي في الغرفة. وكان لتنفيذ كل طلب معاناته. حدث هذا كله تحت ملاحظة عالمة الأعصاب هيلين برونتي-ستيوارت، التي تعمل على إدارة المعمل.

تطمئنه هيلين بقولها: «أنت تصنع التاريخ». ويجيب المعلم العجوز المتقاعد ذو الـ73 عامًا ضاحكًا: «دائمًا ما يخبرني الجميع بذلك، لكنني في واقع الأمر لا أفعل شيئًا»، وتعلِّق هيلين: «حسنًا، إن دماغك هو الذي يفعل».

يعالَج السيد فرانك كغيره من الآلاف الذين عانوا من مرض باركنسون بطريقة «الحث العميق للدماغ» Deep Brain Stimulation (DBS)، التي يقوم فيها جهاز طبي مزروع بالدماغ بتهدئة ارتجافات المريض عن طريق إرسال نبضات كهربية للمراكز الحركية. وفي شهر أكتوبر الماضي، قام فريق من جراحي ستانفورد بتوصيل سلكي الجهاز الرفيعين، كلٍّ بأربعة أقطاب تمر عبر قشرته الدماغية في منطقة عميقة في الدماغ، تُعرف بنواة تحت المهاد Subthalamic nucleus (STN).

والجهاز المستخدَم في حالة دونوبيديان يُعدّ جهازًا جديدًا، وقد أُعلن عنه للباحثين في أغسطس 2013 من قِبَل مؤسسة التقنية الصحية «ميدترونيك» Medtronic في مينيابوليس بمينيسوتا، في مقدمة جيل متطور من المحفزات العصبية التي لا يقتصر عملها على إرسال نبضات كهربية للدماغ، بل ولها القدرة على قراءة الإشارات العصبية الناتجة منه. في ذلك اليوم، أوقفت برونتي ستيوارت مع فريقها التيار المحفز بشكل مؤقت، وقامت باستخدام

ILLUSTRATION BY CHAD HAGEN

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

بعض أقطاب الجهاز الثمانية في تسجيل الأنماط العصبية غير الطبيعية التي قد تتلازم مع العلامات الواضحة لمرض باركنسون،مثل الارتعاشات، والبطء في الحركة، والتَّيَبُّس.

حتى وقتنا هذا، كان يمكن الحصول على تلك المعلومات فقط لدى الكشف عن دماغ المريض أثناء إجراء جراحة له، وهو وقت قصير نسبيًّا، لكن هناك حاجة متزايدة لتسجيل الاستجابات العصبية للمرضى على المدى الطويل، خاصة بعد قيام الباحثين باختبار تقنية «الحث العميق للدماغ» في علاج عديد من الحالات العصبية الأخرى، مثل الاكتئاب، واضطراب الوسواس القهري، ومتلازمة توريت. تقول هيلين مايبيرج ـ أخصائية الأمراض العصبية في جامعة إيموري في أتلانتا بجورجيا ـ عن الشبكات العصبية المشاركة في إحداث تلك الاضطرابات، أنها لا تزال غير مفهومة، مقارنةً بتلك المتعلقة بمرض باركنسون. هنا تأتي أهمية أجهزة كتلك المزروعة في دماغ السيد دونوبيديان، حيث ستسهم في تغيير هذا الوضع، عن طريق السماح للباحثين بفهم مدى تأثير الشبكات العصبية المعتلة في الأمراض المختلفة، والدور الفعلي لتقنية «الحث العميق للدماغ». أردفت مايبيرج قائلة: «سيكون كل مرض حالة متفردة مختلفة، ولن يتناسب نموذج واحد لفهم الجميع، وستسهم التقنية الجديدة في التقدم في فهم وعلاج الأمراض بشكل تصاعدي».

تضيف برونتي ستيوارت قائلة إنه في النهاية سيتمكن المهندسون من استخدام المعرفة الجديدة عن شبكات الدماغ لتصميم أجهزة طبية متقدمة، يمكنها تفسير النبضات العصبية التي تسجلها، وملاحظة كفاءتها الذاتية؛ وإنتاج علاجات فردية. وتضيف: «إنه حقًّا وقت مثير. هذه هي المرة الأولى التي نتمكن فيها بالفعل من فتح نافذة على الدماغ».

بدايات «الصندوق الأسود»

ترجع جذور تقنية «الحث العميق للدماغ» إلى فترة الستينات، عندما كان علاج مرض باركنسون يتم عادة عن طريق جراحة تعمل على إزالة أو تدمير مناطق معينة في الدماغ. ولتحديد المناطق المستهدفة في كل مريض، بدأ بعض الجراحين بالتجربة عن طريق الاستثارة الكهربية. واكتشفوا أن توجيه نبضات سريعة للعقد القاعدية basal ganglia - وهي مجموعة من الأنسجة تتضمن في داخلها نواة تحت المهاد - ساعد كثيرًا في تقليل ارتجافات المرضى. وبحلول الثمانينات، بدأت تقنية حث الدماغ طويلة المدى تظهر كعلاج بديل للجراحة[1]. ومنذ ذلك الحين، أجازت إدارة الأغذية والأدوية الأمريكية والمنظمين الأوروبيين استخدام تقنية «الحث العميق للدماغ» لعلاج مرض باركنسون وغيره من أمراض اضطرابات الحركة؛ وتمَّت بالفعل زراعة المحفزات في أكثر من 100,000 حالة.

تظل الآلية البيولوجية لتقنية «الحث العميق للدماغ» حتى الآن غامضة، وموضع جدل. يقول مايكل أوكون عالِم الأعصاب في جامعة فلوريدا في جينسفيل: «ظللنا سابقًا نخمن كثيرًا طوال عقد أو اثنين، لكنه من المبكر الادّعاء أن أحدًا يعرف الكيفية التي يتم بها العلاج».

وبالرغم من ذلك.. هناك بعض المفاتيح لحل اللغز. فعلى سبيل المثال.. لا يُعتقد أن تقنية «الحث العميق للدماغ» تحاكي أيًّا من الإشارات العصبية الطبيعية، فالنبضات عالية التردد- المولدة بسرعة 130-180 نبضة في الثانية لعلاج مرض باركنسون- تتجاوز مدى التواصل العصبي الطبيعي 1-100 هرتز. وإضافة إلى ذلك.. فإنه مع كل 60-90 ميكروثانية من التدفق الكهربي، تتلقى محفزات الدماغ العميقة أوامر عدة؛ تؤدي إلى إصدار تيار جار أقوي مما يمكن أن تصدره خلية عصبية، أو حتى مجموعة من الخلايا العصبية.

كما يبدو أنها لا تحدث تغييرات دائمة في الدماغ، علي الأقل في حال استخدامها لعلاج مرض باركنسون، الذي يُعتبر حاليًا أهم أهداف التقنية. فتشغيل التيار يمكن أن يؤدي إلى تخفيف بعض الأعراض، مثل الارتعاشات والتَّيَبُّس، لكن في معظم الحالات المرضية تعود الأعراض بعد ثوان أو دقائق مع فصل التيار الكهربي عن المحفز، أو نفاد البطارية، وهو ما يحدث كل 3-5 سنوات. كما لا يقوم العلاج بإيقاف تطور التدهور العصبي المصاحب للمرض على المدى الطويل، حيث يستسلم المرضى لبعض الأعراض التي لم يتم علاجها بشكل جيد بواسطة هذه التقنية، مثل تدهور القدرات المعرفية.

ويشك الباحثون بسبب المعلومات المجمعة حتى الآن عن وظيفة تقنية «الحث العميق للدماغ» في تأثيرها المتعدي للنسيج العصبي الذي يتم زرع الأقطاب فيه، فهي تقوم بشكل ما بتشتيت الإشارات المرضية التي تنتشر في أجزاء كثيرة من الدماغ؛ مما يؤدي إلى إفشال التواصل بينها (انظر: «تدريب الدوائر العصبية»).

تتشابك هذه النظرية مع وجهة النظر الصاعدة التي تقول بفهم مرض باركنسون والاكتئاب وحالات الأمراض العصبية والنفسية الأخرى في صورة اختلالات بالدوائر العصبية. يقول كاميرون ماكينتاير، مهندس الأجهزة الطبية في جامعة كيس ويسترن ريسيرف في كليفلاند، أوهايو: «تُعتبر وجهة النظر السالفة إدراكًا مهمًّا حقًّا، تم الوصول إليه في السنوات الخمس الأخيرة». في واقع الأمر، ساعدت وجهة النظر تلك في إطلاق مشروعين كبيرين لعلم الأعصاب في العام الماضي، الأول هو مبادرة بحوث الدماغ الأمريكية، عن طريق «مبادرة التقنيات العصبية المتقدمة والمبتكرة» (برين) BRAIN، والثانية هي مشروع دراسة الدماغ البشري للاتحاد الأوروبي.

إن هدف تقنية «الحث العميق للدماغ» في مرض باركنسون على سبيل المثال - هو نواة تحت المهاد - تتواجد بداخل شبكة عصبية عالية الترابط، تساعد المريض على السيطرة على حركاته. تشير بعض الأدلة[2] إلى أن مرض باركنسون يعمل على تدمير الخلايا العصبية في العقد القاعدية، مما يؤدي إلى خلل في تزامن نشاط مجموعات الخلايا العصبية في منطقة نواة تحت المهاد، وعبر الشبكة الحسية الحركية، ليترتب عليه توقفها عند بعض الترددات. ويبدو أن تقنية «الحث العميق للدماغ» تعمل على تحرير الشبكات من ذلك النمط من النشاط، مثلما تقوم بعض الأدوية التي تساعد على تخفيف أعراض مرض باركنسون[3,4].

> «هذه هي المرة الأولى التي نتمكن فيها بالفعل من فتح نافذة على الدماغ».

وقد أعدت تسجيلات الجيل الجديد من المحفزات العصبية لتوضح تلك الآلية، ليس فقط بالنسبة إلى مرض باركنسون، لكن لجميع الحالات النفسية، مع اتساع مدى تطبيق تقنية «الحث العميق للدماغ». وقد تساعد البيانات على تقليل المخاوف المتعلقة بحكمة تعميم استخدام العلاج. وبالرغم من أن الشبكة الحسّية الحركية المتعلقة بمرض باركنسون تمت دراستها بشكل مفصل، كما يقول جوزيف فينس ـ عالِم الأخلاقيات الطبية في كلية ويل كورنيل الطبية في مدينة نيويورك ـ إلا أن الإرشادات الموضحة لأفضل الطرق لاستخدامها مع الأمراض الأخرى غير متوافرة. ويضيف: «يجب أن يكون هناك تفسير بيولوجي منطقي واضح لما تنوي أن تقوم به».

يناقش البعض فكرة أن الاختبار المضبوط لتقنية «الحث العميق للدماغ» على الشبكات العصبية البشرية لا يحتاج إلى الانتظار لِيُفهم بشكل شبه كامل، أو كامل. يقول بينجامين جرينبيرج الطبيب النفسي في جامعة براون في بروفيدنس، بجزيرة رود: «كممارس إكلينيكي، ليس هذا هو السؤال المهم، لكنْ من الأسئلة المهمة: هل تساعد هذه العلاجات المرضى فعلًا؟ وهل هي علاجات آمنة؟».

يضيف أوكون: لقد تباطأت دراسة ديناميكية الأمراض العصبية النفسية ـ على غير ما هو معهود في الاضطرابات الحركية ـ بسبب عدم وجود نماذج حيوانية حقيقية. ويقول: «إذا أردنا إحراز تقدم فيما يتعلق بدراسة الأمراض البشرية، يتحتم علينا استخدام نماذج بشرية، لكن بالطبع بحرصٍ شديد».

نظرة مكبرة

أمضت مايبرج ما يقارب العقد في دراستها هذه. وفي عام 2005 نشرت دراسة تُعتبر الأولى عن استخدام تقنية «الحث العميق للدماغ» لتخفيف حدة الاكتئاب الشديد والمقاوِم للعلاج[5]. منذ ذلك الحين، قامت بتركيز تجاربها على تركيب عصبي يُعرف بالحزام تحت الركبي subgenual cingulate. وقد وجدت أن ارتفاع معدلات الأيض فيه كانت لها علاقة بحدّة الاكتئاب عند المريض[6]. وقد خمّنت مايبرج أن استخدام تقنية «الحث العميق للدماغ» في تلك المنطقة وفي مناطق أخرى نجح في تخفيف حدة الأعراض تقريبًا في 40-60 % من 150 حالة من حالات الاكتئاب. وفي السنوات الأخيرة، أفلح فريق عمل مايبيرج في استخدام تقنية تصوير الدماغ لدراسة شبكة الأعصاب الكثيفة التي تتعرج خلال وحول الحزام تحت الركبي المتصل بالمناطق المتعلقة بالقدرة على التعلم، والتشجيع الذاتي، والشهية، والنوم. تقوم مايبيرج ـ عن طريق ربط تلك المعلومات بالتأثيرات الملاحظة على المرضى ـ بتصفير الفروق على معيار ملّيمتري عند وضع الأقطاب، ما من شأنه أن يتحكم في نجاح أو فشل المهمة.

ومن المحتمل ـ كما تقول مايبيرج ـ أن تساعد الأجهزة الطبية الحديثة المغروسة بالدماغ ـ كالتي اختبرتها برونتي ستيوارت ـ فريقها على المضي قدُمًا؛ مما سيسمح للباحثين بمتابعة حالة المرضى، وضبط النبضات المحفزة للوصول إلى أقصى استفادة، و«قد تكون هناك ذبذبة خاصة بكل مريض، لا تتناسب مع غيره» على حد قولها.

إن إنتاج علاجات شخصية لتقنية «الحث العميق للدماغ» يُعتبر أولوية قصوى في هذا المجال. فقبل أن يلتقي السيد دونوبيديان بطبيبته برونتي- ستيوارت، أمضت أخصائية علم الأعصاب المسؤولة عن حالته ـ كاميلا كيلبان من جامعة ستانفورد ـ نصف ساعة لضبط جهازه المحفِّز ليلائم الأعراض الخاصة به.

وباستخدام جهاز اتصال لاسلكي قصير المدى، تقوم كيبلان ببرمجة مولد للنبضات؛

ليغرس في صدر السيد دونوبيديان. والمولد ـ في حجم نصف مجموعة بطاقات ـ يقوم بإرسال نبضات كهربية عبر أسلاك معزولة، تمر تحت جلد رقبته وفروة رأسه إلى دماغه. وقد حددت كيبلان ـ في زيارة سابقة للسيد دونوبيديان ـ المجموعة الثانوية من الأقطاب التي تنوي استثارتها. وقد قام السيد دنوبيديان بالامتناع عن تناول أدويته المكملة لعلاج مرضه لمدة ليلة؛ لتتمكن كيبلان من التقاط تأثير التحفيز العصبي بشكل مستقل.

ومع خفض الجهد الكهربي وعدم قدرة الجهاز المزروع على الثبات في مواجهة ارتجافات السيد دنوبيديان، تبدأ يداه وقدماه بالارتجاف مرة أخرى. وخلال ثوان، تتنامى تلك الارتجافات وتنتشر لتبدأ ذراعاه بالتصفيق على جنبيه، وتبدأ قدماه بالنقر على الأرضية المشمّعة، فتقوم كيبلان بزيادة الجهد الكهربي؛ فتهدأ أطراف السيد دنوبيديان، لكن تبدأ ذراعاه بالتنميل، كعرض شائع عند استخدام تقنية «الحث العميق للدماغ». أما مع استخدام الجهود الكهربية المتوسطة، فتتوقف ساقه اليمنى عن الاهتزاز، في حين تستمر الأخرى. وتعلق كيبلان: «كم هي عنيدة تلك القدم اليسرى». وتظل كيبلان في العشر دقائق التالية تحاول ضبط الجهد تدريجيًّا؛ للوصول إلى قيمة مناسبة. ورغم ذلك.. فقد يتحتم على السيد دنوبيديان العودة في الشهور القادمة لمزيد من الضبط.

تقول برونتي ستيوارت: «إن ما توصلنا إليه حتى الآن بالنسبة إلى تقنية «الحث العميق للدماغ» يُعدّ نجاحًا، لكننا لم ننتج سوى الجيل الأول من المحفزات»، فهي وآخرون يستخدمون هذه التقنية القابلة للتسجيل كخطوة أولى في سبيل للوصول إلى نموذج «محفز عصبي ذي حلقة مغلقة» closed-loop neurostimulator، وهو جهاز قادر على متابعة نشاط الدماغ بشكل مستمر مع قدرته على ضبط القراءات تلقائيًّا كلما ظهرت الحاجة إلى ذلك. وكخطوة أولى، يقوم فريق جامعة ستانفورد بالبدء في دراسة نتائج التسجيلات الكهربية التي تم الحصول عليها لاسلكيًّا من المحفزات المزروعة عند السيد دنوبيديان وغيره من المرضى، لإيجاد أنماط تتناسب مع أعراض مرض باركنسون المختلفة. كما يبحثون أيضًا عن كيفية تغير تلك الأنماط في سياق الأفعال المختلفة، مثل الجلوس، والوقوف، والمشي، وهي معلومات يتعذر الحصول عليها من الأجهزة الضخمة في المستشفيات. تعلق برونتي ستيوارت قائلة: «ربما لا توجد مجموعة واحدة من المعايير المحفزة المناسبة، وقد نجد مجالات من الترددات المختلفة تتناسب بشكل أفضل مع الوظائف المختلفة».

تحفيز أكثر ذكاءً

مع قيام الباحثين بجمع المزيد من المعلومات، بدأ المصنِّعون في اتخاذ خطوات تجاه الوصول إلى تقنية المحفزات العصبية ذات الدوائر المغلقة. ففي شهر نوفمبر الماضي، قامت إدارة الأغذية والأدوية الأمريكية بإيجاز أول نموذج لمحفز عصبي له دائرة مغلقة، ليُستخدم في حالات مرضى الصرع، الذي يُعتبر مثالاً آخر للأمراض الناتجة عن اختلال الشبكات العصبية. الجهاز من تصنيع شركة «نيورو بيس» NeuroPace في ماونتين فيو بكاليفورنيا، ويقوم بمتابعة الشبكات العصبية لالتقاط أول علامة لنشاط غير طبيعي ـ الذي يظهر في بعض الحالات المرضية مرة تلو الأخرى في بؤرة صرعية أو أكثر ـ ثم يستجيب بإصدار نبضة كهربية لمنع حدوث نوبة. يشرح فرانك فيشر ـ المدير التنفيذي للشركة ـ آلية عمل الجهاز قائلًا: «نحن نستخدم التحفيز لتشتيت النشاطات العصبية غير الطبيعية، حتى لا تقوم الخلايا المجاورة بالتقاطها».

يعترف فيشر بقوله: «أيًّا كان ما يقوم به الجهاز لعلاج مرض الصرع، فإن التقنية لا يمكن تطبيقها بشكل مباشر على الاضطرابات الأخرى، فالصرع يُعتبر -بالمقارنة- اضطرابًا بسيطًا، حيث يتمثل عامَّةً في نوبات محددة منفصلة من النشاط غير الطبيعي للدماغ، لكن على النقيض.. يتضمن مرض باركنسون مجموعة أعراض، قد تزيد، أو تنقص، أو تتغير بمرور الوقت. ومازال الباحثون في رحلة بحث عن الأنشطة العصبية المميِّزة لمرض باركنسون وغيره من الأمراض، ويقومون بتطوير الأدوات الحاسوبية المطلوبة لمجاراة الأعراض المتغيرة.

جرى العرض المعملي الأول لاستخدام تقنية «الحث العميق للدماغ بنظام الدوائر المغلقة» على ثمانية مرضى[7] يعانون من مرض باركنسون في العام الماضي، تحت إشراف بيتر براون، أخصائي علم الأعصاب التجريبي في جامعة أوكسفورد بالمملكة المتحدة. قام براون بربط الجهاز المحفِّز لكل مريض بماكينة خارجية تقوم بتحفيز نواة تحت المهاد فقط عند تسجيل إيقاع غير طبيعي في الدماغ. وهذا التحفيز الانتقائي عمل على تحسين الأعراض بنسبة قدرها 30% تقريبًا، مقارنةً بتأثير علاجات «الحث العميق للدماغ» التقليدية، التي تقوم بتخفيز الدماغ عبر فترات منتظمة.

يقول براون متحدثًا عن النظام التجريبي الضخم: «أعداد قليلة فقط من المرضى هي التي استخدمت التقنية»، لكن العرض يقدم برهانًا مهمًّا على أن فكرة الدوائر المغلقة قد تنجح في معالجة مرض باركنسون.

في محاولة لتسريع التحرك في اتجاه تقنية الدوائر المغلقة، قامت «وكالة المشروعات البحثية المتقدمة، التابعة لوزارة الدفاع الأمريكية» DARPA بالإعلان في أكتوبر الماضي عن برنامج تكلفته 70 مليون دولار، مدته خمس سنوات؛ لدعم تطوير محفزات الدماغ الجديدة. وكجزء من مبادرة «برين»، يهدف المشروع إلى تَبَنِّي أجهزة مزروعة بالدماغ تعالج اضطرابات

تدريب الدوائر العصبية

يؤدي موت الخلايا في العقد القاعدية في مرض باركنسون إلى تشتيت الإشارات العصبية في الدماغ، ويُعتقد أنه يقوم بإرساء حالة من السكون العصبي خلال الشبكة واسعة المدى المتحكمة في الحركة (الأسهم تظهر فقط على جانب واحد فقط). ويبدو أن الحث العميق للدماغ يعمل على تثبيط هذه الحالة.

القشرة الخارجية

العقد القاعدية

المهاد

الحبل الشوكي

نواة تحت المهاد تُعتبر الهدف الأكثر شيوعًا لتقنية الحث العميق للدماغ المستخدمة في علاج مرض باركنسون.

مثل اضطراب ما بعد الصدمة، والقلق وإصابات الدماغ. كما تبحث الوكالة عن أجهزة لا تقوم فقط برصد أو التعامل مع النشاط العصبي في منطقة واحدة أو مناطق قليلة من الدماغ، لكن تكون قادرة أيضًا على التعامل مع كل الشبكات العصبية الوظيفية. يعلِّق جاستن سانشيز، مدير البرنامج التابع لوكالة المشروعات البحثية المتقدمة قائلًا: «لتحقيق ذلك الهدف، فإن ذلك يتطلب تطوير أنواع أخرى من المجسات المصغرة، إضافة إلى إيجاد نماذج تفصيلية لشبكات الدماغ العصبية تمكِّن من تفسير البيانات المنسابة من مناطق عدة».

في نهاية المطاف، قد تنمو قلة من تلك النماذج من البيانات التي يخرج بها الباحثون من أمثال كيندال لي، الذي يعمل جراحًا للأعصاب في مايو كلينيك في روشستر بمينيسوتا. ففي اجتماع العام الماضي لجمعية علم الأعصاب، قام لي بعرض نموذج أوّلي لنظام «حث عميق للدماغ» عُرف باسم «هارموني» Harmoni، يتمكن من تغذية منطقة دماغية واحدة بتيار كهربي، مع القيام بتسجيل الاستجابات الكهربية والكيميائية العصبية في مكان آخر (انظر: *Nature* http://doi.org/rvj; 2013). يوضح كيفين بينيت كبير المهندسين في المشروع أنه بما أن الدماغ يستخدم الإشارات الكهربية والكيميائية في التواصل، فإن رصد البيانات يوفر معلومات أكثر شمولية عما يجري. ويعتزم الفريق تجربة «هارموني» بشكل مبدئي على مرضى الاضطرابات الحركية، لكنْ يطمح العلماء في النهاية إلى استخدام الرصد الكيميائي والكهربي؛ ليُطَبَّق في حالة الاضطرابات النفسية، التي تُعتبَر الأصعب في العلاج كما يقول بينيت، مضيفًا: «إن الأعراض النفسية هي الأصعب في رصدها وتحديد حجمها».

تخطط برونتي- ستيوارت لإجراء أول زراعة لمحفزات الدماغ العميقة ذات الدوائر المغلقة لمرض باركنسون، ستكون في غضون خمس سنوات، وتعقب ذلك بقليل تجربتها على مرضى الاضرابات النفسية. وليس واضحًا إنْ كان السيد دنوبيديان مع غيره من متطوعي الأبحاث الجارية ستتم ترقيتهم إلى تلك الأنظمة، أم لا، حيث إن ذلك يعتمد كثيرًا على التصميم المحدد للجهاز. وبالرغم من عدم استفادته المباشرة من النتائج التي تنتج عنه، فإن السيد دنوبيديان سعيد بالمشاركة، إذ يقول: «لقد اضطر البعض لمساعدتي للوصول إلى هذا الحد. لذلك.. إنْ كانت هناك فرصة سهلة لرد الجميل؛ فأنا مستعد للمشاركة». ■

هيلين شِن: كاتبة مستقلة، تقيم في ماونتين فيو في كاليفورنيا.

1. Benabid, A. L., Pollak, P., Louveau, A., Henry, S. & de Rougemont, J. *Appl. Neurophysiol.* **50,** 344–346 (1987).
2. Weinberger, M. *et al. J. Neurophysiol.* **96,** 3248–3256 (2006).
3. Whitmer, D. *et al. Front. Hum. Neurosci.* **6,** 155 (2012).
4. Levy, R. *et al. Brain* **125,** 1196–1209 (2002).
5. Mayberg, H. S. *et al. Neuron* **45,** 651–660 (2005).
6. Osuch, E. A. *et al. Biol. Psychiatry* **48,** 1020–1023 (2000).
7. Little, S. *et al. Ann. Neurol.* **74,** 449–457 (2013).



GETTY

جُزُر من الضوء

يفتقر أكثر من مليار إنسان إلى الكهرباء، لكنْ بدأت مؤخرًا شبيكات الطاقة المستقلة تزوِّد المناطق الريفية بالكهرباء.

جيف توليفسون

في هايتي، أقل دول نصف الأرض الغربي تزويدًا بالكهرباء، ينفق بعض السكان 10 دولارات أمريكية شهريًّا على الشموع ووقود الكيروسين فقط؛ لإضاءة منازلهم، أي حوالي 125 ضعف ما يُدفَع بالولايات المتحدة اعتياديًّا للحصول على القدر نفسه من الإضاءة. وفي الهند، كثيرون يدفعون اشتراكًا مقابل شحن هواتفهم المحمولة من بطاريات السيارات في السوق المحلي. وفي أفريقيا لا تزال الشمس تتحكم في نمط حياة الأفريقيين، وتحرق مولدات الكهرباء بالديزل الميزانيات بجزر المحيط الهادئ الصغيرة. وهناك حول العالم أكثر من 1.3 مليار إنسان لم تصلهم الكهرباء بعد، وكثيرون منهم بعيدون جدًّا عن شبكات الكهرباء المركزية الآخِذة في الاتساع باستمرار.

إنّ السعي للعثور على أفضل طريقة لجلب الطاقة النظيفة إلى المناطق الريفية ما زال قائمًا. وبمزيج من العمل التنموي المحلي ومشروعات تنمية مجتمعية ـ على غرار وادي السيليكون ـ يُنشئ المهندسون والعلماء والاقتصاديون «شبيكات» كهرباء صغيرة مستقلة، يمكن نشرها سريعًا وبتكلفة منخفضة، في منطقة بعد أخرى. يهدف أولئك الذين يقودون مثل خطط الكهرباء هذه إلى إقامة منظومات طاقة متجددة صغيرة النطاق، وبناء أرخبيل من الضوء عبر العالم النامي، ومساعدة المجتمعات النائية في التخلص من الاعتماد على الوقود الأحفوري.

ولطالما أخفقت مثل هذه الجهود في الماضي، حيث توقفت مخصصات دعم الطاقة أو انهارت البنية التحتية، لكن رواد المشروعات التنموية اليوم في وضع أفضل بالنسبة إلى تحقيق النجاح. هناك جيل جديد من الألواح الكهروضوئية (لتوليد الكهرباء من الطاقة الشمسية) وتوربينات الرياح يمكن إدارتها بأجهزة شبكات ذكية بسيطة. وخلال العقد الماضي، حلَّقت أسعار الوقود الأحفوري عاليًا، مما جعل الطاقة المتجددة أكثر تنافسية.

وقد حددت الأمم المتحدة وصول الكهرباء لجميع البشر هدفًا ينبغي تحقيقه بحلول 2030، مما يوفر زخمًا سياسيًّا لهذا المسعى.

تقول ريتشندا فان ليفن، المدير التنفيذي لوصول الكهرباء بمؤسسة الأمم المتحدة: «الطموح موجود، وأصبحت اقتصاديات الكهرباء معقولة أكثر مما كانت قبل بضع سنوات»، لكن التحدي يبقى شديدًا. ويتوقع تحليل أجرته وكالة الطاقة الدولية في 2012، بناء على الخطط الراهنة، أن تهبط نسبة الذين لم تصلهم الكهرباء من 19% في 2010 إلى 12% في 2030؛ مما يترك حوالي مليار إنسان في الظلام. تقول الوكالة إن إنجاز وصول الطاقة لكافة البشر يعني زيادة الاستثمارات من 14 مليار دولار متوقعة إلى 49 مليار دولار. ويُتوقع أن توفر شبكات الكهرباء المركزية 30%

هناك أكثر من مليار شخص حول العالم يعتمدون على الشموع أو وقود الكيروسين؛ لإضاءة منازلهم ليلًا.

فقط من الحل بالمناطق الريفية.

وبين المشروعات النشطة فعلًا هناك بضع نقاط مضيئة مع دروس مستفادة حول التقنيات ونماذج إدارة الأعمال التي يمكن أن تساعد في إضاءة العالم.

تامكوها، الهند

عندما ضغط شابان هنديان ـ من رواد الأعمال ـ على مفتاح الكهرباء، إيذانًا بوصول التيار الكهربائي قرية تامكوها الزراعية النائية بالهند في 2007، تدفقت الطاقة من قشور الأرز. كان جيانيش باندي وراتنيش يداف يعلمان أن الألواح الكهروضوئية لتوليد الكهرباء من أشعة الشمس مكلفة للغاية بالنسبة لخططهما، ولم يكن هناك كثير من هبوب الرياح في هذه القرية التي يسكنها 2000 نسمة. لكن ولاية بيهار ـ التي تقع بها القرية ـ بها وفرة في الأرز.

خط باندي، الذي تخرج مهندسًا كهربائيًا من معهد بوليتكنيك رنسلر في تروي، نيويورك، خطة مع صديقه القديم يداف. بالإضافة إلى منحة مقدارها 12 ألف دولار من وزارة الطاقة الجديدة والمتجددة بالهند، استثمر الثنائي أكثر من 40 ألف دولار من أموالهم الشخصية لشراء وتعديل مِغوَز (يحول إلى غاز) لتحويل قشور الأرز إلى وقود حيوي، وشراء مولد كهرباء بقدرة 32 كيلووات، ومدّ خطوط الكهرباء عبر القرية.

خلال خمسة أشهر، أصبح لدى سكان تامكوها ما يكفي من الكهرباء لشحن بطاريات هواتفهم المحمولة، ودرء الظلام بمصباحي نيون مدمجين لكل أسرة لمدة 6-8 ساعات ليلًا. كوّن باندي ويداف شركة نظم طاقة القشور «هاسك باور» Husk Power Systems بالاشتراك مع مانوج سنها، الذي درس إدارة الأعمال بجامعة فرجينيا في شارلوتسفيل، وتملك الشركة الآن أكثر من 80 محطة صغيرة لتوليد الطاقة، وتخدم أكثر من 200 ألف شخص في الهند وأوغندا وتنزانيا.

أثبت النجاح في تامكوها أنه حتى العملاء الفقراء سيدفعون 100 روبية (1.6 دولار) أو أكثر شهريًّا للحصول على الحد الأدنى من الطاقة في بلاد تعتاش بها الأسرة الريفية غالبًا على 15-80 دولارًا شهريًّا. معدلات أسعار الطاقة بالمناطق الريفية أعلى من المراكز الحضرية، لكن عملاء المناطق الريفية إجمالًا مستفيدون، لأنهم أصبحوا يحتاجون كيروسينًا أقل. يقول رئيس الشركة، سنها، إنه في عام 2007 لم يكن يتصور أحد أن تستطيع شركته إقامة أعمال قابلة للاستمرار والنمو، «لكن عندما وسعنا نطاق أعمالنا إلى أكثر من 300 قرية، بدأ الناس يصدقون النموذج».

إنّ الفرص في الهند ضخمة.. فرغم أن نسبة الذين لم تصلهم الكهرباء كانت 25% فقط في 2011، أي أقل كثيرًا من معدلات تصل إلى 80 - 90 % في بعض البلاد الأفريقية، لا يزال ذلك يترك رقمًا قياسيًّا قدره 300 مليون نسمة بدون كهرباء في دولة واحدة. لقد استثمرت الحكومة مالًا، وأبدت اهتمامًا لحل هذه المشكلة، وخفّضت تلك الجهود عدد سكان المناطق غير المتصلة بشبكة الكهرباء العامة بأكثر من النصف خلال العقد الماضي، لكن البلاد تجهد لإمداد ما يكفي من الطاقة لتغذية كل هذه الخطوط، ولتوصيل الشبكة إلى المجتمعات النائية.

أصبحت شركة «هاسك باور» إحدى أكبر شركات العالم المطورة لشبكات الطاقة المستقلة، ولها أحلام كبيرة تستهدف الوصول إلى خمسة ملايين مستهلك خلال خمس سنوات في الهند وشرق أفريقيا. ومع هبوط أسعار الألواح الكهروضوئية، تنشئ الشركة شبكات للطاقة الشمسية، مقترنة ببطاريات التخزين؛ لتلبية الطلب المسائي على الطاقة. وتقوم بتجريب محطة توليد تستخدم هجينًا من الطاقة الشمسية، وطاقة الكتلة الحيوية؛ بقصد توفير الكهرباء على مدار الساعة.

يقول دانيال كامن، باحث في الطاقة بجامعة كاليفورنيا، بيركلي: «إن توجه شركة هاسك باور إيجابي جدًّا، فهي لا تقف عند تقنية واحدة، بل تركز على إيجاد الحلول».

وربما تكون هناك مشكلات مستقبلية.. ففي بعض المناطق، تتنافس شركات الطاقة الصغيرة مثل هاسك باور مع الشبكة المركزية المتمددة، مما يترك بعض القرى إزاء موردين اثنين للطاقة. فشبكات الطاقة المستقلة تميل لأن تكون أكثر موثوقية، لكنها أيضًا أعلى أسعارًا، لأن الدعم يذهب عادةً نحو تكاليف البناء، وليس نحو إبقاء أسعار الكهرباء منخفضة. يقول كامن إنه ينبغي للحكومات والشركات الاتفاق على بعض معايير الصناعة الأساسية للتنظيم والتمويل، بحيث يتسع الاستثمار في الشبكات المستقلة ـ حيث إنها الحل الوحيد ببعض المناطق ـ بدلًا من تقويضه.

توكلاو، جنوب المحيط الهادئ

كانت الشمس تسطع متألقة على توكلاو عندما رست سفينة شحن في الميناء في يونيو 2012، جالبة معها إلى ثلاثي جزر جنوب الهادئ الصغيرة أكبر شحنة في تاريخها. كان على متن السفينة أكثر من 4000 من الألواح الشمسية و1000 بطارية تخزين ومسامير وبراغي لا تحصى. يقول وزير الطاقة فووا تولوا مازحًا: «كنا نظن أن الجزيرة في سبيلها إلى الغرق». هذه الشحنة منحت توكلاو أرضية أخلاقية عالية في معركة وقف احترار الكوكب: فقد أصبحت توكلاو تُوسَم بشكل واسع كأول دولة تنجز تحولًا شاملًا من الوقود الأحفوري إلى الطاقة المتجددة.

ومثل غيرها من بلاد الجزر الصغيرة، كانت توكلاو تعتمد على مولدات تعمل بوقود الديزل؛ لإنتاج الكهرباء لتلبية احتياجات سكانها البالغين 1400 نسمة. في أول سنة كاملة

> **يُتوقَّع أن توفر شبكات الكهرباء المركزية 30% فقط من الحل بالمناطق الريفية.**

من التشغيل، لبَّى نظام الطاقة الشمسية البالغة قدرته ميجاوات واحد 93% من طلب البلاد على الكهرباء. وحاليًا، خفضت توكلاو تكاليف الوقود السنوية بحوالي 800 ألف دولار، مما يتجاوز أقساط القرض الذي تلقته من نيوزيلندا لإقامة شبيكة طاقة شمسية. يقول تولوا: «نحن فخورون جدًّا». «إننا نتحدى العالم وكبار منتجي الغازات المسببة للاحتباس الحراري أن يضاهوا أو يفوقوا ما فعلته توكلاو».

استجابت مجموعة من جزر حوض الكاريبي لذلك التحدي بمساعدة غرفة حرب الكربون، منظمة ناشطة مقرها واشنطن، أسسها رجل الأعمال البريطاني ريتشارد برانسون. وقادت جزيرة أروبا بالكاريبي، التي تغطي الرياح 12% من طلبها على الطاقة، المسارَ في مارس 2012، حيث التزمت بإنهاء استخدام الوقود الأحفوري بحلول 2020، لكن بسكانها البالغين 109 آلاف نسمة، وطلب إجمالي على الطاقة يبلغ 100 ميجاوات، تواجه أروبا تحديًا أكبر كثيرًا من ذلك الذي واجهته توكلاو. يقول أموري لوفنز، المؤسس المشارك لمعهد روكي ماونتن في سنوماس، كولورادو، الذي استضاف قمة الطاقة النظيفة لدول حوض الكاريبي بالاشتراك مع غرفة حرب الكربون في فبراير الماضي: «هذا في الواقع ميدان اختبار بالغ الأهمية لتمحيص مستويات طموحة من الطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة». يلاحظ لوفنز أن الدروس المستفادة حول الموازنة بين العرض والطلب على الطاقة يمكنها المساعدة في إدارة الطاقة في بلاد البر الرئيس أيضًا. وتستكشف بعض ولايات أمريكية، منها نيويورك، سبلًا لتقسيم شبكة الطاقة الرئيسة إلى «جزر» من الكهرباء، يمكن عزلها لدى انقطاعات الكهرباء واسعة النطاق. ويضيف لوفنز قائلًا: «قد تساعد مشروعات الطاقة بجزر مثل أروبا في إقناع العالم بإمكان بناء منظومات الطاقة الموثوقة من المصادر المتجددة بالكامل تقريبًا».

لم تحقِّق توكلاو بعد تحولًا كاملًا بنسبة 100% إلى الطاقة المتجددة، فلا تزال مولدات الطاقة بالديزل تنطلق أحيانًا لشحن البطاريات خلال موسم المطر، ويعتمد كثير من السكان على الغاز المستورد للطبخ. وتخطط حكومة الجزيرة لمساعدة السكان في شراء أجهزة منزلية أكفأ في استخدام الطاقة؛ لتحقيق التحول إلى أجهزة الطبخ الكهربائية. وتُعتبر مكيفات الهواء ترفًا غير ضروري في توكلاو، ويُحظر على الحكومة استخدامها. وإذا جاءت اقتصاديات الإنتاج كما هو متوقع، تأمل الجزيرة في السنة القادمة بدء إنتاج زيت جوز الهند؛ لتشغيل مولدات الكهرباء عندما لا تسطع الشمس. يقول تولوا: «لدينا فائض كبير من جوز الهند».

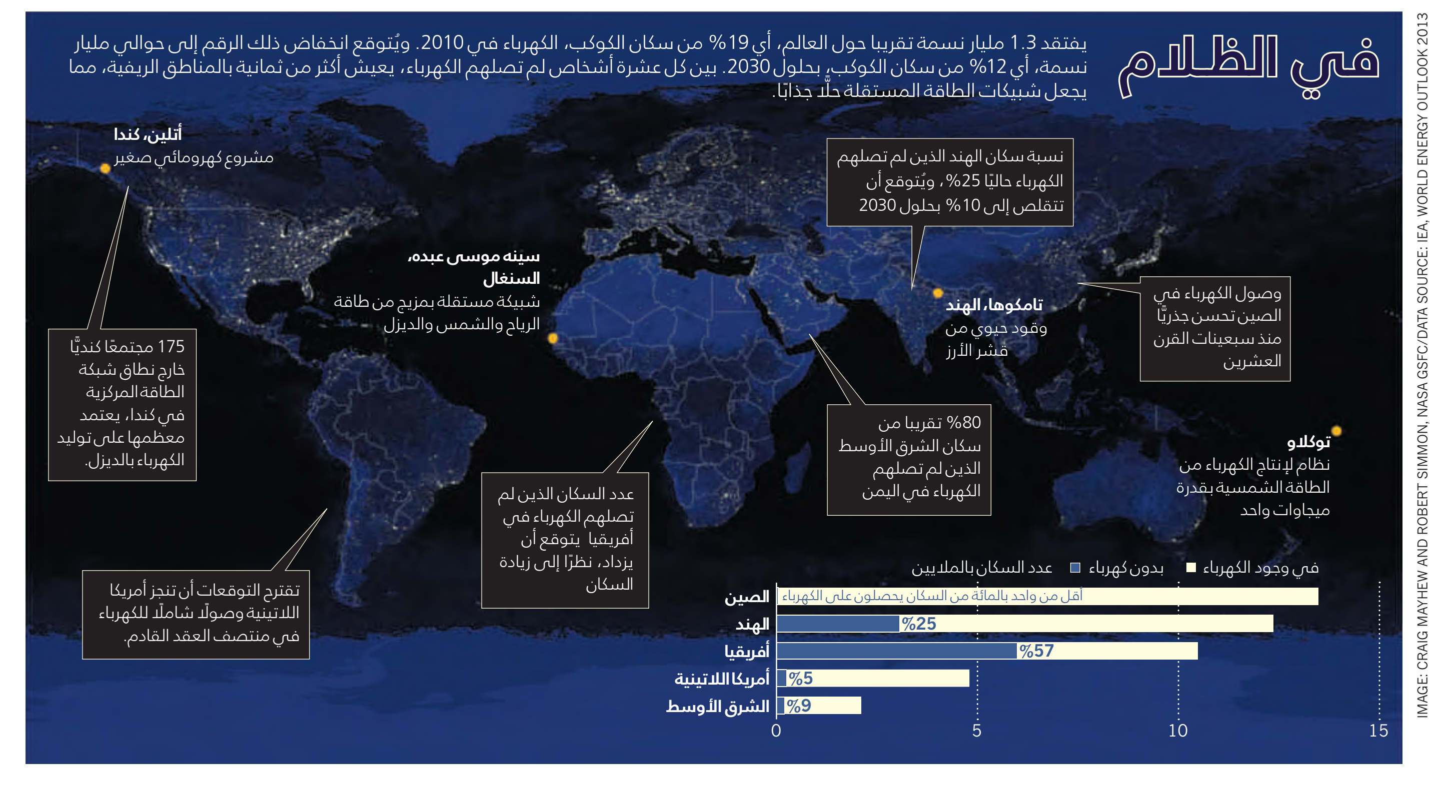
سينه موسى عبده، السنغال

كان على سكان قرية سينه موسى عبده أن يتجشموا عناء رحلة طولها عشرة كيلومترات إلى قرية مجاورة؛ لشحن بطاريات هواتفهم المحمولة، ويتكلفوا رسومًا باهظة تصل إلى 110 دولارات لكل كيلووات ساعة، علمًا بأن معدل سعر الكيلووات ساعة بالولايات المتحدة 12 سنتًا. أما أصحاب أجهزة التلفاز فكان عليهم أن ينقلوا بطارية سيارة ليعاد شحنها. وحاليًا، يدفع سكان القرية التسعمائة 1.40 دولار لكل كيلووات ساعة مقابل الكهرباء التي تصل منازلهم من شبيكة طاقة مستقلة أقيمت في 2009. تقول الشركة المسؤولة عن إمدادهم بالطاقة ـ وهي مزيج من طاقة الشمس والرياح والديزل ـ إن تلاميذ مدرسة القرية نجحوا في الامتحان السنوي جميعًا لأول مرة بعد توصيل الكهرباء للقرية بعام، بفضل توافر الضوء الكافي للدراسة ليلًا.

هذا المشروع هو واحد من ضمن مشروعات كثيرة لحل مشكلة الطاقة الضخمة بأفريقيا جنوب الصحراء، حيث يفتقد قرابة 600 مليون نسمة ـ أكثر من ثلثي السكان ـ وصول الكهرباء (انظر: «في الظلام»)، لكن المشروع مثال للابتكار وللمشارَكة بين القطاعين العام والخاص، يتابعه مراقبون كثيرون عن كثب.

والمشروع مشترَك بين شركتي «إيننسس» Inensus من جوسلار بألمانيا و«ماتفورس» Matforce، مقرها داكار بالسنغال، وينقسم إلى قسمين: هبات دولية استخدمت لمد خطوط الكهرباء بالقرية، لكن توليد الكهرباء وإمدادها غير مدعم بتاتًا. تستخدم «إيننسس» عدادات ذكية لتتبع استخدام العملاء، وتطالب المستخدمين بدفع قيمة استهلاك أسبوعي من الكهرباء مقدمًا، وتعرض خصومات لمن يتوقّعون استهلاكهم في الستة أشهر القادمة

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



ويلزمونه. تساعد تلك المعلومات على كبح التكاليف وانبعاثات الوقود الأحفوري، عن طريق ضمان أن نظم طاقة الرياح والشمس يمكنها الاستجابة، وأن مولدات الديزل لا تحمّل بشدة؛ بل تغطي عادة آخر 10 - 20% فقط من الطلب. ورغم أن تكلفة الطاقة للمستهلك في القرية أكثر من ثلاثة أمثال تكلفتها بمناطق الحضر، فنموذج الأعمال مصمم لتعزيز الاستدامة والمرونة. يتوقع نيكو بيترشميت ـ مدير عام «إننسس» ـ سيناريو تملك فيه شركات محلية شبكات طاقة مستقلة وتتعاقد على إمداد المجتمعات بالكهرباء، مما يشجع المنافسة ويطلق يد الشركات والمجتمعات للتسوق والمقارنة بين الأسعار.

وحاليًا، تقوم الشركة بتوسيع المشروع في السنغال إلى خمس قرى مجاورة، وأطلقت مشروعًا أكبر يستهدف 16 قرية و82 ألف نسمة في تنزانيا. يقول بيترشميت إن لدى حكومة تنزانيا ربما أكثر السياسات الحكومية تقدمًا في العالم فيما يخص إقامة الشبكات المستقلة، وتشمل دعمًا بسيطًا للبنية التحتية للشبكة، يبلغ 500 دولار، لدى توصيل الشبكة بقرية أو مجتمع، مما يغطي معظم التكاليف الأولية. إن التحدي الأكبر، حسب قول بيترشميت، هو إقناع الحكومات بالتخلي عن معدلات أسعار الكهرباء الثابتة، التي لا تتيح للشركات ربحًا. «لو استطعنا تذليل تلك العقبة، سنتمكن من تعجيل وصول الكهرباء بواسطة القطاع الخاص». وبدوره، يلاحظ كامن أن هناك كفاية في التنافس التجاري والنشاط الرقابي إجمالًا لمنع انتهاكات التسعير، حيث توفر غالبية المشروعات الكهرباءَ بأسعار طاقة الديزل، أو دونها.

ترى بيبوكايه باردوي ـ محلِّلة شؤون الطاقة التي تتابع الشبكات المستقلة بـ«مؤسسة التمويل الدولي» IFC بواشنطن العاصمة ـ أن البراعة هي في الموازنة بين رغبة الدولة في جذب صناعة رابحة، وسعيها لوصول الكهرباء إلى مواطنيها الفقراء. «هل نحاول تعزيز أعمال قابلة للنمو تجاريًّا؟ أم نحاول تعزيز وصول الكهرباء بأي تكلفة؟ تتساءل باردوي. «أحيانا هذان الاثنان لا يتداخلان».

يقول دين كوبر ـ خبير تمويل الطاقة، بـ«برنامج الأمم المتحدة للبيئة» UNEP في باريس ـ إن البرنامج يدرس تجارب الشبكات المستقلة بمختلف البلاد؛ لتحديد السياسات والنماذج الأكثر كفاءة. وفي الوقت الحاضر، من المبكر جدًّا أن نتوقع أيها سيفوز. تقول باردوي: «يمكن توسيع نطاق كافة نماذج الأعمال على الورق، لكن الأصعب، في الممارسة العملية، أن تفي بوعدها».

أتلين، كندا

على مدى سنوات، كان مصدر الطاقة الوحيد في أتلين، بلدة التعدين القديمة بالزاوية الشمالية الغربية لمقاطعة بريتيش كولومبيا الكندية، هي مولدات الكهرباء بالديزل. كان أزيز (المولدات) المتواصل والأبخرة كريهة الرائحة تذكيرًا مستمرًا بأن المال يذهب هباء في الدخان، فعقد أعضاء قبيلة تلينجيت نهر تاكو الأولى ـ الذين يشكلون 25% من سكان البلدة ـ العزم على إيجاد بديل. وبعد تجريب توليد الطاقة بواسطة توربينات الرياح التي التوت تحت وطأة جليد ورياح شتاء 2002-2003، استقر رأي القبيلة على مشروع لتوليد الطاقة كهرومائيًّا. وباستخدام 15 مليون دولار من الهبات وصناديق وقروض مجتمع البلدة، بدأ مشروع أتلين الكهرومائي توليد 2.1 ميجاوات من الطاقة في 1 أبريل 2009.

تتمتع أتلين بفوائد المشروع. فاستبعاد مولدات الكهرباء بالديزل منع إنتاج أكثر من 5 آلاف طن من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري بالسنة الماضية. ونظرًا إلى امتلاك قبيلة تلينجيت الأولى لمحطة توليد طاقة كهرومائية، فالمال الذي يدفعه القاطنون بالبلدة ثمنًا للطاقة يظل بها. يقول ستوارت سيمسون، المدير العام لشركة تنمية تلينجيت أتلين: «إننا نسدد ديوننا، لكن هناك إضافة صغيرة تفيد مجتمع البلدة». وهناك 175 مجتمعًا من سكان البلاد الأصليين أو المجتمعات الشمالية خارج نطاق خدمة شبكة الطاقة المركزية في كندا، يعتمد معظمها على توليد الكهرباء بالديزل. وكانت قبيلة تلينجيت نهر تاكو الأولى هي أول مَنْ تحوَّلت إلى استخدام الطاقة المائية المملوكة محليًّا. ويتطلع آخرون إلى اقتفاء أثر سكانها.

أثارت موجة جديدة من تطوير الطاقة الكهرومائية بشكل محدود النطاق الهادف لتوفير الطاقة ـ خارج وداخل الشبكة المركزية في بريتيش كولومبيا ـ جدلًا حول التأثيرات البيئية المحتملة لمثل هذه المشروعات. فقد أعربت لجنة الحياة البرية ـ ومقرها فانكوفر ـ عن مخاوفها بشأن اضطرابات محتملة بموطن الدب الأشهب والأنهار الحاملة لسمك السلمون، لكن الآثار الحقيقية يصعب استخلاصها. وكانت مؤسسة «سلمون المحيط الهادئ» ـ وهي منظمة للحفاظ الحيوي في فانكوفر ـ قد أصدرت في يناير الماضي مراجعة حديثة لم تجد دليلًا قاطعًا على تأثيرات تطول السمك.

يقول نايجل بروتر ـ المدير التنفيذي لجمعية الطاقة المستدامة في بريتيش كولومبيا ـ إن المشروعات الكهرومائية الحديثة تستطيع، لو أُحسِن تصميمها ووضعها موضع التنفيذ، أنْ تحسِّن المنظومات البيئية المحلية؛ فمثلًا، مشروع أتلين أنشأ سلمًا للسمك؛ لمساعدة سمك التيمالوس في الالتفاف حول السد الصغير. ويقول سيمسون إن أعداد السمك قد ازدادت. والمشكلة، بحسب بروتر، أن مجتمعات ريفية كثيرة في العالم المتقدم تريد من الطاقة أكثر مما تستطيع أن تقدمه أنهارها الصغيرة، بدون بناء سدود لخَزْن الماء وراءها. يقول بروتر: «يُحدِث خزن الماء غالبًا تأثيرات بيئية واجتماعية إضافية».

تحصل أتلين على كل حاجتها من الطاقة حاليًا؛ بل تفكر في توسيع مشروعها لربط شبكتها بالشبكة الرئيسة وتصدير الطاقة إلى إقليم يوكن الشمالي. يقول سيمسون: «بعد 20 عامًا، عندما يتم سداد قرض البنك، سيبقى لدينا مليونا دولار تدخل موارد مجتمع أتلين سنويًّا». و«هذا المشروع في الحقيقة لأجل أحفادنا». ■

جيف توليفسون يغطي موضوعات المناخ والطاقة والبيئة لدوريّة «نيتشر».

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

مُقـارَبة التحـمُّـل

على الرغم من السجل الطويل الحافل بالفشل، يستمر عدد قليل من علماء المناعة في السعي وراء علاجات تستهدف بدقة أمراض المناعة الذاتية.

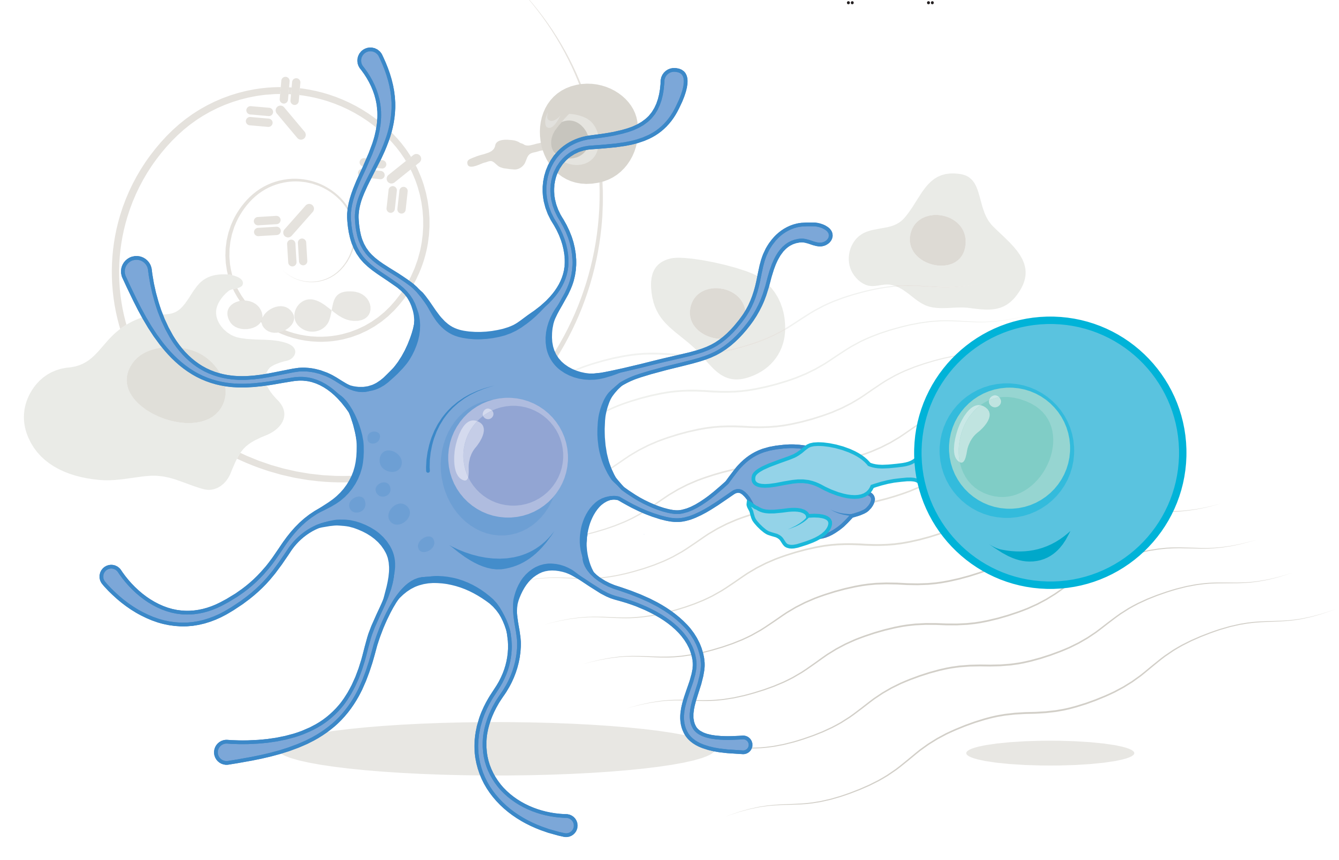


ILLUSTRATION BY NIK SPENCER/*NATURE*

كِن جاربر

منذ اللحظة التي علم فيها إد وايلي أنه مصاب بالنوع الأول من داء السكّري في عام 1997، وهو منزعج من وجبات الطعام، ومستويات السكر في الدم، والبرمجة اليومية لمضخة الإنسولين. تعلّم وايلي ـ المتخصص في علم الإحصاء، ويعيش خارج بولدر، كولورادو، ويعمل على تحليلات البيانات الكبيرة ـ أن يعيش في حالة من الحذر المفرط. لقد تحوّل تحديد الجرعة المناسبة من الإنسولين إلى فنٍّ أكثر منه علمًا، ومثل الكثير غيره ممن يعانون من هذا المرض، بدأت سيطرته تقل مع مرور الوقت. وبحلول عام 2008، كما يقول، «توقفت جرعات الإنسولين بشكل رئيس عن العمل المجدي فحسب». ونظرًا إلى عدم تمكّنه من توقّع ما يحتاج إليه بشكل موثوق، كان وايلي يتعرض لنوبات نقص سكر الدم الشديد، وكان في خطر من نوبات السكّري والعجز على المدى الطويل.

وبناءً على نصيحة طبيب الغدد الصمّاء الخاص به، التحق بتجربة إكلينيكية لدواء جديد يسمى BHT -3021. وعلى الرغم من أنه لقاح من الناحية الفنية، إلا أنBHT -3021 لم يصمّم لتحفيز استجابة مناعية، بل لكبتها، بإيقاف هجوم الجسم الخاطئ ضد خلايا البنكرياس المُنتجة للإنسولين، والهدف هو تحقيق التحمّل المناعي.

الأدوية المسببة لكبت المناعة بشكل واسع هي العلاج المعياري للاضطرابات المناعية الذاتية، مثل التصلّب المتعدّد (MS)، والتهاب المفاصل الروماتويدي والذئبة، لكن هذه

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الأدوية قد تؤدي إلى إصابات مهددة للحياة، ولا تعالج سبب المرض. أما علاجات التحمّل فهي مختلفة، وغرضها هو استهداف الخلايا المناعية فقط التي تستجيب لمستضد معيّن، وهي مادة - في حالة وايلي، طليعة الإنسولين - قد تثير ردّ فعل. ويتساءل عالِم المناعة لاري ستايمن من جامعة ستانفورد في كاليفورنيا، الذي طورّ BHT -3021: «لماذا نعطّل الذراع الرئيسة للجهاز المناعي، إذا كنا نحاول أن نعيد التحمّل تجاه مستضدّ واحد فقط»؟

هذه الاستراتيجية، والمعروفة باسم تحمّل مستضد معيّن، بسيطة في مفهومها. لكن حتى الآن، فشلت عشرات التجارب الإكلينيكية في تحقيق النجاح القاطع. هناك خط رفيع بين تهدئة الجهاز المناعي وتحفيزه، لذا فإن هذه الجهود تخاطر بجعل المرض أسوأ - كما حدث في إحدى التجارب التي جرت على التصلّب المتعدّد منذ حوالي 15 عامًا.

BHT -3021 هو أحد علاجات الموجة الجديدة التي صُمّمت من قبل خمسة خبراء في هذا المجال الواعد بالأفضل. تُظهر تجارب المرحلة المبكرة نتائج مشجّعة لدى المصابين بالتصلّب المتعدّد والنوع الأول من داء السكري. «هناك عدد من هذه المقاربات سينجح بالفعل»، حسب توقّع ديفيد ريث،عالم المناعة في جامعة بريستول، المملكة المتحدة، وأحد القلائل المستمرين في متابعة العمل. «لقد لحق العلم بما فاته».

تجاوز المناعة الذاتية

تختلف الأساليب، لكنها جميعًا تعتمد على قدرة الجسم الطبيعية على التمييز بين مواده الذاتية وتلك الدخيلة الغريبة عنه. عندما تقوم البكتيريا أو الفيروسات بعملية غَزْو، يُبتَلع بعضها من قِبَل بعض الخلايا المتخصّصة المُقدِّمة للمستضد (APCs). تعمل هذه الخلايا على تجزئة المستضدات البكتيرية أو الفيروسية وتقدّمها إلى الخلايا التائية، وهي خلايا الدم البيضاء التي تنسق الاستجابة المناعية. بعدئذٍ تتكاثر الخلايا التائية وتشنّ هجومًا منسّقًا.

تعمل الخلايا المُقدّمة للمستضد أيضا على ضمان عدم تحوّل عمليات الصيانة اليومية العادية إلى عمليات قاتلة. بما أن خلايا الجسم نفسها في حالة مستمرة من الموت والتجدد، فإن الخلايا المُقدّمة للمستضد تعمل على لملمة حطامها وتقديم هذه المستضدات الذاتية إلى الخلايا التائية إلى جانب مصفوفة من البروتينات التي تشير إلى أن هذا الحطام الخلوي لا يشكّل أي خطر. وفي حالة المناعة الذاتية، ولأسباب غير معروفة، تتصرف هذه الآلية الواقية بطريقة منحرفة. لقد صُمّمت العلاجات الجديدة لتجاوز هذا الخلل عن طريق الإرسال المتعمّد للمستضد ذي الصلة إلى الأنسجة، حيث من المرجح أن يراه الجسم كجزء منه لا يحمل أي تهديد (انظر: «تعليم التحمّل»).

معظم العلاجات المطوَّرة حتى الآن تستهدف مرض التصلّب المتعدّد، الذي يحدث عندما يهاجم الجهاز المناعي غِمْد المايلين الذي يحمي الخلايا العصبية في الدماغ والحبل الشوكي. قام عالِم المناعة ستيفن ميلر ـ من جامعة نورث ويسترن في شيكاغو، إلينوي ـ بتصميم علاج[1] كان قد بدأ مع طبيب الأعصاب رولاند مارتن الموجود حاليًا في مستشفى جامعة زيوريخ في سويسرا، في اختباره على المرضى عام 2009. في هذا العلاج، تُسْتَخرج خلايا الدم البيضاء من المرضى، وتُربَط كيميائيًّا بسبعة من مولدات الضِّد المايلينية، ثم يعاد تسريبها. تأخذ هذه الخلايا طريقها إلى الطحال، حيث تموت وتُطلِق المستضدّ، الذي تلتقطه الخلايا المُقدّمة للمستضد.

يستخدم العقار[2] الذي صممه ريث، ATX-MS-1467، أربعة ببتيدات، أو قِطَعًا من بروتين مايليني، تشيع مهاجمته في مرض التصلّب المتعدّد. تُلتَقط هذه المستضدات المحقونة من قِبَل الخلايا المُقدِّمة للمستضد غير الناضجة، التي لا تتمكن من تحفيز الخلايا التائية، بل تعطّلها بدلًا من ذلك، أو تحوّلها إلى نوع من الخلايا التائية التي تحافظ على التحمّل. قامت مجموعة كريستوف سِلماي في الجامعة الطبية في لودز ببولندا بتصميم علاج مماثل لهذا المرض باستخدام ثلاثة من ببتيدات المايلين التي يجري إدخالها إلى الجسم عن طريق لاصقة يضعها المستخدمون على جلدهم[3].

وبدلًا من أجزاء البروتين، يتكون علاج السكّري الذي صممه ستَاينمَن من قطع دائرية من الحمض النووي، تحمل جين طليعة الإنسولين، وتُحقَن في العضل[4]. وفي الخلايا العضلية، يجري تصنيع بروتين طليعة الإنسولين، ثم يُفرز منها، حيث تلتقطه الخلايا المقدّمة للمستضد ويُعرَض على الخلايا التائية. تؤدي هذه العملية إلى إصدار «إشارة لا تستدعي خطرًا، بل تستدعي التحمّل»، استنادًا إلى ستاينمن. وحتى الآن، تمّ اختبار هذا العلاج وعلاجات جديدة أخرى على أقل من 150 مريضًا، لكن مراقبي الصناعة يرونها واعدة.

أسس خطرة

لا يُفترض في العلاجات التغلب فقط على المناعة الذاتية القوية، بل تجنُّب جعلها أسوأ. يقول جيرالد نيبوم، اختصاصي علم المناعة في معهد بحوث بيناروبا في سياتل، واشنطن: «ينبغي أن نكون شديدي الحذر»، فأيّ تلاعب جديد في الجهاز المناعي ينطوي على بعض المخاطر. ففي عام 2006، أُعطِيَ علاجٌ أساسه الأجسام المضادة ـ كانت الشركة الألمانية للأدوية «تيجينيرو» TeGenero قد طورته ـ إلى ستة متطوعين أصحاء في تجربة بالمملكة المتحدة. كان هذا العقار مصممًا بهدف قمع الاستجابة المناعية الذاتية من خلال آلية تختلف عن تحمّل مستضد معيّن، ولكنه بدلًا من ذلك.. تَسَبَّبَ في استجابة مناعية واسعة النطاق، وفشل في أجهزة متعددة[5]. نجا المشاركون، ووَضَعَ المراقبون من حينها بروتوكولات أكثر أمانًا للجرعات، لكن الباحثين يعرفون أن الاستجابة المناعية يمكن أن تضطّرب بسرعة. يقول ستاينمن: «يسألني الناس ما الذي يمنعني من النوم في الليل»، ويتابع بقوله: «إلى أن نتمكن من السيطرة على حالة عدد غير قليل من المرضى لبعض الوقت، تبقى خشيتنا من أن نجعل الأمور أكثر سوءًا».

يمكن للمستضدات بسهولة أن تستهدف المناعة، بدلًا من التحمّل، نظرًا إلى دقّة التوازن بينهما. ولكل من جرعة الدواء وطريقة الإعطاء والأنسجة المستهدفة والتغيّرات غير المتوقعة في هوية الخلية التائية دور في الأمر. وفي تجربة لعلاج التصلّب المتعدّد،

«يجب علينا القيام بخطوات صغيرة، ومراقبة ما سيحدث»

بدأت في عام 1998 (المرجع 6)، قدّم الاطباء لمرضاهم ببتيدًا مايلينيًّا واحدًا معدّلًا، لكن أُوقفت التجربة، بعد أن تفاقمت الأعراض لدى ثلاثة من المتلقين الثمانية الأوائل؛ وأصبح أحدهم غير قادر على المشي. شُفِيَ المرضى الثلاثة بالعلاج الكابت للمناعة، لكن الاختبارات أساءت بوضوح إلى العلاج التجريبي، وأدرك الباحثون في نهاية المطاف أنهم كانوا قد اعتمدوا جرعة عالية جدًّا، استُخدمت سابقًا في الدراسات المخبرية. «لقد أُصبنا بالإحباط والصدمة أيضًا»، حسبما يقول مارتن، وهو الباحث الرئيس في التجربة.

يمكن القول ببساطة إن معظم التجارب قد فشلت حتى الآن. ففي عام 2009، لم تُظهِر تجربة مستضد ببتيد المايلين التي أجريت على 612 مصابًا بالتصلّب المتعدّد أيَّ فائدة، مقارنةً بالعلاج الوهمي[7]. وأحد الأسباب المرجَّحة هو أن الاستجابة المناعية في معظم أمراض المناعة الذاتية يمكنها أن تتحوّل من مستضدّ إلى آخر مع تقدّم تلف الأنسجة. وَثَّق ميلر هذه الظاهرة، المعروفة باسم انتشار الحاتمة epitope spreading، في النماذج الحيوانية قبل 20 عامًا[8]. ويشير مارتن إلى أن تجربة 2009 الفاشلة استخدمت مستضدًّا واحدًا، أن المرضى المشاركين كانوا في مرحلة متقدمة جدًّا من المرض، حيث لم يعد الجهاز المناعي هو السبب الرئيس لتلف الخلايا العصبية.

يقول ريث إن هذا المجال قد تعلّم من أخطائه.. فكافة العلاجات الجديدة تتضمّن مستضدات متعددة لاستباق انتشار الحاتمة، على سبيل المثال. هذا.. ويُولِي الباحثون العواملَ الأخرى ذات الصلة اهتمامًا كبيرًا، مثل طريقة إعطاء العقاقير. ففي الماضي، كما يقول كريستوف بينوا، اختصاصي علم المناعة في كلية الطب بجامعة هارفارد في بوسطن، ماساتشوستس، كان الأمر في كثيرٍ من الأحيان أقرب للمقامرة. لقد كان النهج المتبّع هو، كما يقول، «دعونا فقط نضع المستضدّ؛ على أمل حدوث أمر جيد».

لقد كان لدى ريتشارد رانسوهوف ـ الباحث في مرض التصلّب المتعدّد في عيادة كليفلاند في أوهايو ـ أمل في العلاجات الجديدة، التي تعتمد على التطورات الحديثة في فهم المستضدات والخلايا التائية. «إنهم جميعًا أشخاص ذوو خبرة واسعة، يدركون مدى تعقُّد ما نحاول القيام به»، كما يقول. وهذا لا يعني أن آليات التحمّل قد باتت مفهومة تمامًا. «إننا نعمل بنشاطٍ شديدٍ»، حسبما يقول ستاينمن، لكنه يعترف أنهم يعملون في «خِضم محيط واسع من الجهل بين قمم جليدية من المعرفة»، لكن انتظار الفهم الكامل يبدو حماقة، ويتابع قائلًا: «يجب علينا القيام بخطوات صغيرة، ومراقبة ما سيحدث».

تبدو النتائج المستقاة من أحدث موجة من التجارب مُطَمْئِنَة. فقد قام فريق مارتن للتجارب الإكلينيكية بإعطاء تسعة مرضى حقنة واحدة من الخلايا المناعية المُعالَجة، بجرعات متزايدة. يبدو أن العلاج آمن، فقد ظهر لدى المرضى الأربعة الذين يتلقون الجرعات الأعلى انخفاضٌ في عدد الخلايا التائية التي تستهدف المستضدات الذاتية[9]. لقد كانت دراسة إثبات المفهوم شديدة الإيجابية»، استنادًا إلى نيبوم الذي لم يشارك في أيٍّ من التجارب.

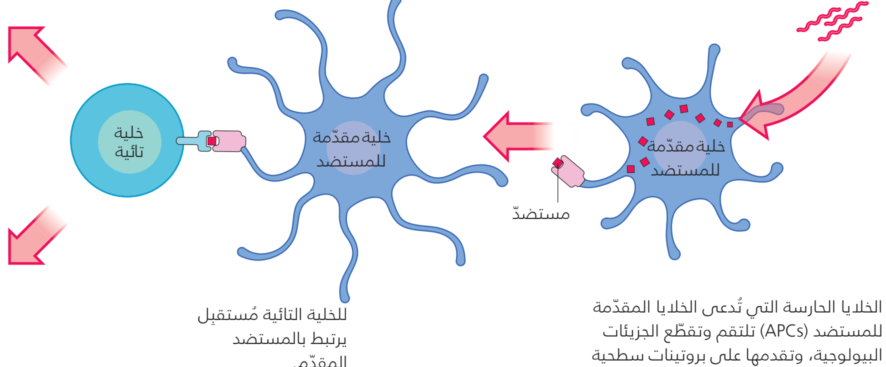
كانت التجربة الواعدة، حسبما قال، هي اختبار 30 مريضًا لعلاج سِلماي. فعند مقارنته بالدواء الوهمي، حقق هذا العلاج انخفاضًا ذا دلالة إحصائية في نشاط التصلّب المتعدّد، مُقاسًا بتصوير الدماغ بالرنين المغناطيسي. كما شهد المرضى الذين تلقّوا هذا العلاج عددًا أقل بكثير من حالات الانتكاس[10].

في تجربة عقار ريثATX -MS- 1467 ، التي تمت برعاية «أبيتوب» Apitope في دينبيك، بلجيكا، تلقَّى 43 مريضًا العلاج في سلسلة من خمس جرعات متزايدة، إما تحت الجلد، أو داخله. وقد أظهر المشاركون في المجموعة الأخيرة انخفاضًا كبيرًا في نشاط التصلّب المتعدّد، وفقًا لقول ريث، على الرغم من حدوثه بعد ثلاثة أشهر من انتهاء العلاج. وهذه البيانات لم تُنشَر بعد.

أكدت تجربة ستاينمن لعقار السكري BHT - 3021 ، التي أجريت على 80 مريضًا، وكانت

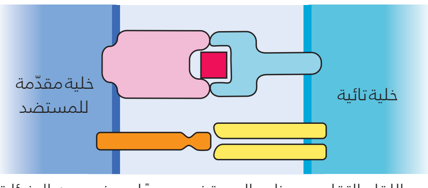
تعليم التحمّل

لإيقاف الجهاز المناعي عن مهاجمة الأنسجة السليمة، كما يحدث في أمراض المناعة الذاتية، يحاول العلماء استكشاف طرق لتحفيز التحمّل، ليحققوا بشكل أساسي الهدف المعاكس للقاحات التقليدية. إنهم يركزون على الطريقة التي يتم بها تدريب الخلايا المناعية المعروفة باسم الخلايا التائية للتعرف على المستضدات – الببتيدات وغيرها من الجزيئات التي يمكن للجهاز المناعي أن يتعرف عليها كعامل مهدد.



الخلايا الحارسة التي تُدعى الخلايا المقدّمة للمستضد (APCs) تلتقم وتقطّع الجزيئات البيولوجية، وتقدمها على بروتينات سطحية متخصصة.

الخلية التائية مُستقبِل يرتبط بالمستضد المقدّم.



في اللقاح التقليدي، يظهر المستضد عمومًا مع غيره من الجزيئات "المنبهة المشاركة" على سطح الخلية المقدّمة للمستضد. هذا الجمع يضع الخلايا التائية بحالة من التنبّه، ويساعد على اكتساب المناعة ضد أي شيء يحمل ذلك المستضد.



بدون التنبيه المشارك – أو في حالة وجود إشارات مانعة أخرى - تموت الخلية التائية، وتصبح معطلة أو تأخذ دورًا تنظيميًّا، مانعة الخلايا المناعية الأخرى من مهاجمة الأنسجة السليمة. هذا هو هدف تحمّل المستضد المعيّن.

مراقبة بالدواء الوهمي، أنّ العقار كان آمنًا، وأظهرت إحدى مجموعات الجرعات ارتفاعًا ذا دلالة إحصائية في معدّل واسمٍ لإفراز الإنسولين، وانخفاضًا متزامنًا في عدد الخلايا التائية المستهدِفة لطليعة الإنسولين[11].

يعتقد وايلي أن العلاج ساعد بالفعل. وأثناء الدراسة التي استمرت لمدة 12 أسبوعًا، كما يقول، استعاد السيطرة على جرعاته من الإنسولين، كما استمرت التأثيرات الإيجابية بالنسبة له على الأقل .

المضيّ قُدُمًا

إنّ سوابق الفشل تركت العديد من الباحثين - وشركات الأدوية - في شكّ عميق. حتى بعد النتائج الإيجابية للتجارب، يقول مارتن، هناك «عدد قليل جدًّا من الباحثين الذين لديهم من الماسوشية ما يكفي لزمن طويل للاستمرار في هذا المجال، نظرًا إلى صعوبة الحصول على تمويل». وهو يحاول ـ بالاشتراك مع سِلماي ـ إيجاد دعم لتجاربهما الجديدة على مرض التصلّب المتعدّد. كما يحاول ستاينمن وشركاؤه في «توليريون» Tolerion ـ التي شارك في تأسيسها في بورتولا فالي، كاليفورنيا ـ الحصول على مبلغ يتراوح بين 20 و30 مليون دولار أمريكي؛ لكي يتمكنوا من نقل لقاح السكّري الذي يعملون على إعداده إلى المرحلة التالية. يقول ستاينمَن: «من المستحيل القول متى سيحدث هذا». كانت شركة التكنولوجيا الحيوية العملاقة «جينينتيك» Genentech ـ ومقرها في جنوب سان فرانسيسكو، كاليفورنيا ـ قد رعت أولى تجاربه في مجال السكّري، لكن بعد الاستحواذ على الشركة في عام 2009، سعت شركة «روش» السويسرية للتخلي عن علاجات النوع الأول من داء السكّري، وفقًا لقول ستاينمن. ومن ثم، أعادت الشركة رخصة العلاج، حتى قبل انتهاء التجربة، وأنهت كافة التزاماتها المستقبلية.

كان البعض الآخر أكثر نجاحًا.. فقد قامت شركة أدوية سويسرية أخرى، «ميرك سيرونو»، بنقل علاج ريث بالفعل إلى المرحلة الثانية لتأكيد فعاليته. وفي الوقت نفسه، يضع ميلر خطة المرحلة الأولى لشكل آخر من نهجه الأصلي الذي يستخدم الجزيئات النانوية القابلة للتحلل الحيوي، بدلًا من خلايا الدم كناقلات[12] للمستضدّ. وقد وقّعت شركة «كور فارماسوتكلز» COUR Pharmaceuticals ـ ومقرها شيكاغو، وهي الشركة التي شارك ميلر في تأسيسها ـ على مشاركات مع اثنتين من شركات الأدوية؛ لإجراء تجارب على الأفراد المصابين بالسكّري والداء البطني.

يقول نيبوم إن الجولة المقبلة من التجارب ينبغي أن تتضمّن دراسات آلية مفصّلة« من أجل معرفة ما إذا كنا قد اخترنا المستضد الصحيح، أم لا، وما إذا كنا قد اخترنا الجرعة والمسار المناسبين، أم لا» لدى المرضى المعالَجين. ويرجع هذا إلى أن الباحثين في أمراض مثل التصلّب المتعدّد وداء السكّري، سيتمكنون فقط من تخمين ما هو المستضدّ الذي يطلق الاستجابة المناعية في أي نقطة زمنية. ويتابع قائلًا: «يمثل هذا مشكلة على درجة لا تُصدّق من الصعوبة».

يرأس نيبوم شبكة التحمّل المناعي (ITN)، وهي اتحاد دولي تقوده الولايات المتحدة، ويخصص نحو 27 مليون دولار سنويًّا من معاهد الصحة الوطنية للتجارب الإكلينيكية والدراسات ذات الصلة. وفي رأيه، ينبغي استخدام علاجات المستضدات بالاشتراك مع أدوية من فئة رئيسة ثانية للعلاج بالتحمّل. وخلافًا لعلاجات تحمّل مستضدّ معيّن، فإنها لا تسبب تعطيل أو تحويل أو تدمير العدد القليل نسبيًّا من الخلايا التائية التي تهاجم مستضدًّا معيّنًا، بل إنها مصمّمة، بدلًا من ذلك، لإمالة توازن مخزون الخلايا التائية الجسمية بعيدًا عن الأنواع الفرعية التي تعزّز الالتهاب، ونحو تلك التي تحافظ على حالة التحمّل، دون المساس بالمناعة الطبيعية ضدّ العوامل الممرضة. وقد أثّرت علاجات التحمّل هذه ـ إن كان لها أثر، وبشكل مؤقت فقط ـ في تجارب المناعة الذاتية. يعتقد نيبوم أن الجمع بين النهجين سوف يسفر عن نتائج أطول أمدًا. وعمّا قريب، ستطّلب شبكة التحمّل المناعي أن تكون جميع التجارب التي تدعمها والمُجْرَاة على المستضدات تجارب مشتركة.

يوافق بِنْسوا قائلًا: «هذا بالتأكيد هو الطريق الذي يجب أن نسلكه»، ويتابع: «لا أحد يدري إنْ كان هذا سيؤدي إلى النجاح، أم لا، ولكنها على الأقل طريقة أكثر عقلانية للقيام بهذه الأمور»، لكن جمع التوليفات لا يستقيم مع البعض في هذا المجال. فميلر، مثلًا، لا يعتقد أن النهج الثاني يحقق التحمّل الحقيقي، وهو يخشى أن يؤدي جمعه مع علاجات المستضدات إلى تحريف النتائج. «إذا كنت ترغب في اختبار التحمّل، فيجب أن يتم هذا كوحدة مستقلة»، كما يقول. ويعتقد ريث أن إضافة الفئة العلاجية الأخرى قد تتداخل حتى مع تحمّل المستضد المعين.

إنّ نهج الجمع يجب أن يحدّ من المخاطر، استنادًا إلى قول نيبوم، وجيف بلوستون، مؤسِّس شبكة التحمّل المناعي، المتخصص في علم المناعة في جامعة كاليفورنيا، سان فرانسيسكو، لأن تحويل النظام ككل نحو التحمّل ينبغي أن يساعد في تخفيف حدة أي رد فعل غير متوقع نحو المستضدات .

يقول ميلر وريث إن علاجاتهما أثبتت بالفعل أمانها على المرضى، وقد دخل ريث في مناظرة مع بلوستون خلال اجتماع عُقِد في هولندا في أكتوبر الماضي. يرى ريث أن مخاوف بلوستون لا أساس لها، ويردّ بلوستون قائلًا «:آمل أن يكون محقًّا».

لم يواجه وايلي - من ناحيته - مشاكل عند تلقّي BHT -3021. كانت الآثار الجانبية الوحيدة التي لاحظها هي الاختفاء المُرحّب به لبعض الكتل المؤلمة التي كانت تظهر بباطن القدم. وهو يعتقد أن BHT -3021 أدّى إلى استقرار قدرة جسمه على إنتاج الإنسولين، وسيشارك بكل سرور في دراسة لفترة أطول. ويقول: «لا شك في أنني سأثب عندما تتاح الفرصة». ■

كِن جاربر كاتب علمي في آن آربر، ميتشيجان.

1. Getts, D. R. *et al. J. Immunol.* **187,** 2405–2417 (2011).
2. Gabryšová, L. *et al. J. Exp. Med.* **206,** 1755–1767 (2009).
3. Juryńczyk, M. *et al. Ann. Neurol.* **68,** 593–601 (2010).
4. Solvason, N. *et al. J. Immunol.* **181,** 8298–8307 (2008).
5. Suntharalingam, G. *et al. N. Engl. J. Med.* **355,** 1018–1028 (2006).
6. Bielekova, B. *et al. Nature Med.* **6,** 1167–1175 (2000).
7. Freedman, M. S. *et al. Neurology* **77,** 1551–1560 (2011).
8. McRae, B. L., Vanderlugt, C. L., Dal Canto, M. C. & Miller, S. D. *J. Exp. Med.* **182,** 75–85 (1995).
9. Lutterotti, A. *et al. Sci. Transl. Med.* **5,** 188ra75 (2013).
10. Walczak, A., Siger, M., Ciach, A., Szczepanik, M. & Selmaj, K. *J. Am. Med. Assoc. Neurol.* **70,** 1105–1109 (2013).
11. Roep, B. O. *et al. Sci. Transl. Med.* **5,** 191ra82 (2013).
12. Getts, D. R. *et al. Nature Biotechnol.* **30,** 1217–1224 (2012).

تعليقات



ILLUSTRATION BY DAVID PARKINS

الاختراعات الأكاديمية المموَّلة مِن قِبَل الصناعات تعزِّز الإبداع

يقدم **برايان رايت** وزملاؤه بيانات تتحدى الافتراض القائل إنّ الأبحاث الأكاديمية التي تموِّلها الشركات أقل فائدة للآخرين، وإنه يصعب الوصول إليها.

لطالما شجَّعت الحكوماتُ التعاونَ ما بين الجامعات والصناعة؛ على أمل أن يؤدي ذلك التعاون إلى تشجيع الابتكارات التي توفِّر الوظائف، والاستثمار، والمنتجات التي تحسِّن من جودة الحياة[1]. وفي الوقت ذاته، أجبرت الميزانيّات الحكومية المتضائلة المخصَّصة للعلوم الجامعات على البحث عن مصادر تمويل أخرى. وحسب ما وَرَدَ عن المؤسسة الوطنية للعلوم في الولايات المتحدة.. وفَّرت الصناعة في عام 2012 ما يزيد بقليل على 5% (أي ما يعادل 3.2 مليار دولار) من النفقات السنوية للجامعات البحثية في الولايات المتحدة[2].

إنّ دور الشركات في البحث الأكاديمي أمرٌ مثير للجدل. فعلى سبيل المثال.. عندما أعلنت شركة النفط البريطانية «بي بي» في عام 2007 أنها سوف تدفع 500 مليون دولار من أجل تمويل عقد من الأبحاث في المصادر البديلة للطاقة بواسطة تحالف تترأسه جامعة كاليفورنيا، بيركلي؛ حدثت ردود فعل عنيفة؛ لخوفهم مِنْ أنْ تلوِّث نقودُ الصناعة أجندةَ الأبحاث في الجامعة، واحتج عدد من الطلاب والعاملين في الجامعة، وأعضاء المجتمع، بأنْ تظاهروا في الحرم الجامعي مستخدِمين مجسَّم حصان طروادة بطول 2.5 متر. كذلك أشعلت اتفاقيةٌ سابقة ـ ما بين قسم أحياء النباتات والأحياء الدقيقة في جامعة كاليفورنيا، بيركلي، وشركة الأدوية السويسرية «نوفارتس» ـ فتيلَ احتجاجات مماثلة. ففي حفل تَخَرُّج عام 1999، ارتدى ما يقرب من مئة طالب قلنسوات تَخَرُّج تُظْهِر شعار الشركة، كنوع من التعبير عن الاحتجاج على طغيان المصالح التجارية على القسم.

هناك أسباب عديدة تدعو إلى الحذر من رعاية الشركات للبحث العلمي[3]، إذ اتضح أن شركات التبغ، وشركات الأغذية، وشركات الأدوية تستغل أسئلة البحوث والخطاب العام من أجل مصالحها الخاصة، وكذلك من أجل قمع الأبحاث التي لا تحبِّذها[4]. كما أن الشركات قد تحوِّل من اهتمام الباحثين الجامعيين، بحيث ينصَبّ تركيزهم على المصالح المحدَّدة لهذه الشركات. وإذا ما كانت نتائج الأبحاث مملوكة بصورة حصرية لجهات محددة، فإن الآخرين لن يتمكنوا من استغلال هذه النتائج.

على النقيض مما سبق.. يشعر البعض بأن القيود شديدة الصرامة على سياسات نقل التكنولوجيا في الجامعات تعوق إجراء الصفقات المثمرة ما بين الشركات والباحثين الأكاديميين[5]. وينادي البعض بأن ◄

تدير جهاتٌ خارجية الملكية الفكرية للجامعات[6]، أو أن تُعطَى حقوق الملكية بصورة مباشرة للباحثين، أو للشركات التي تموِّل البحث[7].

توجد ندرة في البيانات التي من شأنها أن تلقي الضوءَ على هذا الجدال، إذ قد تقوم عدة جامعات بتعقُّب براءات الاختراع والرُّخَص التي تخصّ مؤسسات الجامعة ذاتها، إلا أن هذه المجموعة من البيانات عادةً ما تكون صغيرة الحجم، وغير متاحة للآخرين. والافتراض السائد هو أن الاختراعات المموَّلة من قِبَل الشركات والمعلومات ذات الصلة بها عادةً ما تكون قليلة الفائدة، كما أن الوصول إليها أصعب عند مقارنتها بالأبحاث التي ترعاها الحكومات أو المؤسسات غير الربحية.

في هذا المقال نقدم أدلة تجريبية تقول بعكس ما سبق. ويشير تحليلنا إلى أن الأبحاث المموَّلة من قِبَل الشركات ذات قيمة كبيرة للابتكارات اللاحقة. وتوضح البيانات التي جُمعت على مدى 20 عامًا في تسعة فروع جامعية، وثلاثة مختبرات وطنية تديرها جامعة كاليفورنيا، أن الاختراعات التي تمولها الشركات تُرخَّص، ويتم الاستشهاد بها في الأبحاث اللاحقة بدرجة تزيد عما هو عليه الحال بالنسبة إلى الأبحاث الممولة من قِبَل الحكومة الفيدرالية.

ورغم أن النتائج قد تختلف عن نتائج المؤسسات الأكاديمية الأخرى، إلا أن هذه الخلاصات ينبغي أن تكسر من حدة مخاوف أنْ تحوِّل رعاية الشركات لجامعات القمة إلى هيئات تابعة لها. إن تجميع ودمج البيانات من عيِّنة أكبر من المؤسسات قد يساعد في استكشاف ما يمكن للشركات أن تكسبه من تمويل الأبحاث الأكاديمية، وفي اقتراح الكيفية المثلى التي يمكن للجامعات أن ترعى بها الأبحاث.

نقل التكنولوجيا

تُلْزِم جامعة كاليفورنيا ـ كغالبية الجامعات الأخرى ـ أعضاءَ هيئة التدريس بها وغيرهم من الباحثين أن يكشفوا عن أي اختراع قد يكون له استخدام تجاري محتمَل لواحد من مكاتب نقل التكنولوجيا (أو. تي. تي)، وأن يعدّوا قائمة بمصادر تمويل المشروع الذي قاد إلى الاختراع. وحسب هذه الشروط، فالاختراع يُعَرَّف بأنه أي شيء يَشعُر الباحث أنه من الممكن أنْ يحصل به على براءة اختراع، أو يمكن اعتباره ـ بطريقةٍ ما ـ ذا قيمةٍ، كملكية فكرية؛ ويمكن أن يكون هذا الشيء مادةً ما، أو طريقةً ما، أو نباتًا، أو حيوانًا. ويحدِّد مكتب نقل التكنولوجيا فيما بعد ما إذا كان يودّ الحصول على براءة اختراع بالإنابة عن الجامعة، كما يقوم بالتفاوض حول عقود الترخيص مع الجهات ذات الصلة.

في الفترة ما بين عامي 1990، و2005، كشَف أعضاء هيئة التدريس، والعاملون والطلاب في جامعة كاليفورنيا، وموظفو ثلاثة مختبرات وطنية مرتبطة بالجامعة، عن 12516 اختراعًا لمكاتب نقل التكنولوجيا. من بين هذه الاختراعات تم تمويل 1500 اختراع ـ بصورة جزئية على الأقل ـ بواسطة أموال الشركات. وتحت شروط خصوصية صارمة، وفَّر لنا مكتب نقل التكنولوجيا المركزي بيانات عن هذه التمويلات، وعن أنشطة منح الرخص ذات الصلة، إلى نهاية عام 2010. وفي الفترة ما بين عامي 1990، و2010، كانت فروع جامعة كاليفورنيا مسؤولة عن نسبة 9% من مجموع الأموال المنفَقة على الأبحاث الأكاديمية في الولايات المتحدة. كذلك حصلت جامعة كاليفورنيا على عَدَدٍ من براءات الاختراع المُصْدَرَة يفوق أيًّا من المؤسسات الأكاديمية الأخرى في الولايات المتحدة. وفي القائمة التي جمعها مكتب التجارة وبراءات الاختراع في الولايات المتحدة، تتحصل جامعة كاليفورنيا ذات الفروع المتعددة ـ في العادة ـ على ما يزيد على ضعف براءات الاختراع التي تُصْدِرها الجهة الثانية في ترتيب الحصول على براءات الاختراع في المجال الأكاديمي (التي عادةً ما تكون معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا في كمبريدج).

من بين كل الاختراعات التي أُنتجت في جامعة كاليفورنيا، ترتبط نسبة 20% منها برخصة واحدة على الأقل، كما أن 25% منها تم الحصول لها على براءة اختراع في نهاية المطاف. والاختراعات التي لم تُدرَج لها معلومات عن الجهة الممولة، كانت هي الأقل احتمالًا من حيث وجود رخصة باستخدامها (13%)، أو براءة اختراع (17%). ونحن نعتقد أن غالبية هذه الاختراعات إمّا أن تكون قد تم تمويلها من الحكومة، أو لم تموَّل من جهة خارجية، وهو الوضع الشائع الذي قد لا يذكره المخترع أو موظف مكتب نقل التكنولوجيا بصورة واضحة. وقد أنتجت الاختراعات التي تم تمويلها من قِبَل الشركات رخصًا وبراءات اختراع تزيد بنسبتي (29%) و(35%) ـ على الترتيب ـ على الاختراعات التي تمولها الحكومة (22%، و26%، على الترتيب)، إلا أن النِّسَب تكون أعلى في حالة التمويل الثنائي من كلٍّ من الشركات والحكومة؛ إذ تم ترخيص نسبة 36% من الاختراعات، والحصول على براءات اختراع لنسبة 43% منها (انظر: «مرخصة واسْتُشهِّد بها»). والنتائج متشابهة في مجالات التكنولوجيا. ويرجع ما يزيد على ثلثي التقنيات التي تم تصنيفها إلى التطورات في مجالات الأحياء والصيدلة والكيمياء. هذا التوزيع يتسق مع واقع الحال في جامعات القمة الأخرى (للنتائج الكاملة.. انظر المعلومات الإضافية من خلال: go.nature.com/o99eu).

ورغم أن الابتكارات التي تموِّلها الشركات لها احتمالية أكبر في الحصول على براءات الاختراع، إلا أن هذا لا يعني أن الدعم من قِبَل الشركات يجعل الابتكارات أكثر قابلية لأنْ تحصل على براءة اختراع. وبدلًا من ذلك.. يعني هذا أن الشركات قد تنتقي المشروعات التي لها احتمالية أكبر أن تنتج ابتكارات يمكن الحصول بها على براءة اختراع.

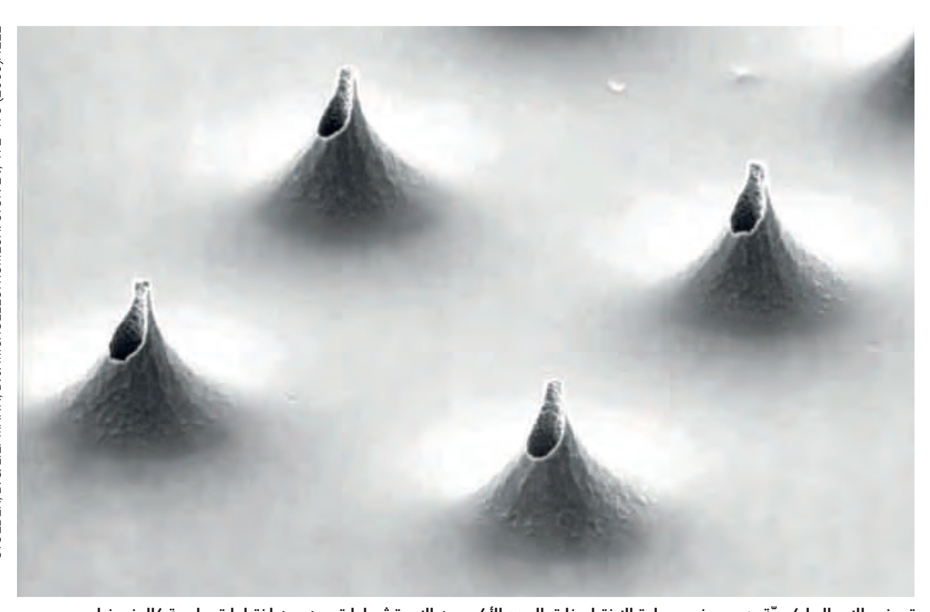
عادةً ما تعطى الشركاتُ الأولويةَ في التفاوض حول الحصول على رخص الاختراعات التي موّلتها. ونسبة 86% من الرخص التي تُمنح للممولين هي رخص حصرية، وذلك يعني أن الجامعة توافق على عدم منح الحقوق نفسها لعدة جهات مرخِّصة. ومن بين الاختراعات المرخَصة، ذات الصلة بشكل من أشكال الملكية الفكرية، كانت هناك نسبة 78% من الرخص الحصرية، وهو الأمر الذي يتفق مع نسبة 79% من الرخص التي ذُكِرت لبراءات الاختراع التي موّلها المعهد القومي للصحة في الولايات المتحدة[8].

برغم ما سبق، إلا أن تحليلنا لا يدعم افتراضنا الأصلي بأنّ الرخص التي تُمنح لاستخدام الاختراعات التي تموّلها الصناعة سوف تكون حصرية على الأرجح، أو أن الممولين سوف يستولون على نصيب الأسد من الرخص الحصرية. أولًا، النسبة الكلية للاختراعات التي موّلتها الشركات، والتي تم ترخيصها بصورة حصرية (74%)، لا تزيد على نسبة الرخص الحصرية المموَّلة من قِبَل الحكومة فقط (76%). ثانيًا، يبدو وكأنّ نصف الرخص الحصرية للاختراعات المموَّلة من قِبَل الشركات مُنِحَ لطرف ثالث (بالرغم من أننا لسنا على يقين من أننا تعرَّفنا على كل الشركات التي تتحكم بها الجهات المموِّلة في البيانات). ويبدو أنّ الاختراعات التي يتركها الممولون على الطاولة تكون لها قيمة معتبرة، وذلك بسبب أن الجهات التي تحصل على رخص هذه الاختراعات تتحمل النفقات الباهظة للحصول على براءات الاختراع، بالإضافة إلى موافقتها على دفع عائدات مستقبلية.

من المفاجآت.. أن الاختراعات التي تمولها الشركات تؤدي إلى «فيض معرفي» أكبر ـ في المتوسط ـ عند مقارنتها بالأبحاث التي تموِّلها الحكومة، حسب معدلات الاستشهادات اللاحقة، وهي المقياس الأكثر استخدامًا لتحديد جودة وقيمة براءة الاختراع. وتوضح الاستشهادات عدد المرات التي استُشهد فيها ببراءة الاختراع في براءات الاختراع اللاحقة. وينتِج الاختراع المدعوم من قِبَل الشركات ـ في المتوسط ـ 12.8 استشهاد لاحق عند ترخيصه لطرف ثالث (ويزيد عدد الاستشهادات، إذا ما كانت الرخصة ممنوحة من المموِّل)، مقارنةً بعدد 5.6 استشهاد بالاختراعات المموَّلة من قِبَل الحكومة. ويناقض هذا التوقعات التي تقول إن للاختراعات المموَّلة من قِبَل الشركات تطبيقات محدودة، ولذا.. فإن الفائدة منها تكون حصرية، ولا تصل إلى الآخرين، إلا في نطاق محدود.

استغلال الجامعات

لا يتعرض هذا التحليل للكيفية التي تؤثر بها الأموال التي تسهم بها الشركات على أجندة الأبحاث في الجامعات، غير أنه يشكِّك في الفكرة التي تقول إن الشركات تقيِّد

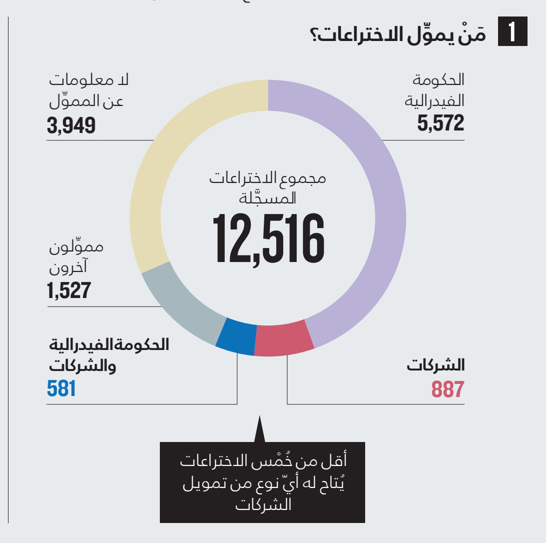


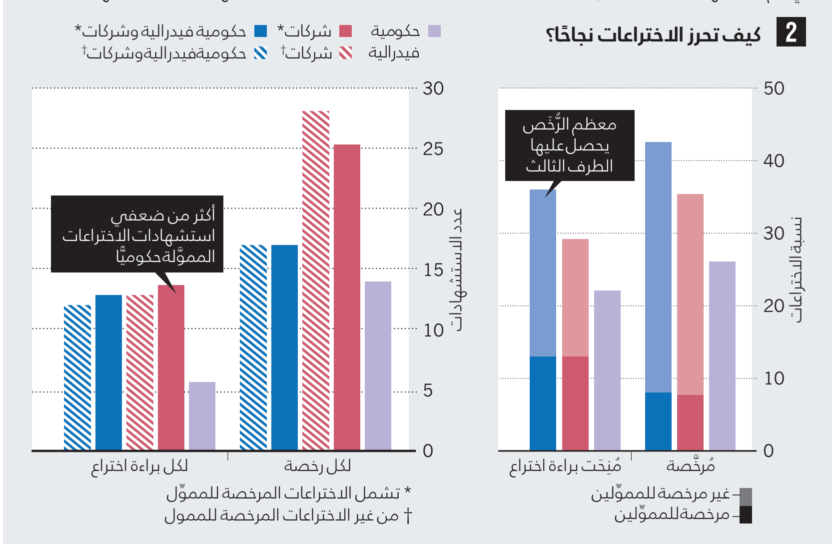
STOEBER, B. & LIEPMANN, D. *J. MICROELECTROMECH. SYST.* **14**, 472–479 (2005)/IEEE

تصنيع الإبر المايكرويّة هو موضوع براءة الاختراع ذات العدد الأكبر من الاستشهادات من بين اختراعات جامعة كاليفورنيا.

مرخَّصة، واستُشهِد بها

من بين 12516 اختراعًا مسجَّلًا لدى مكتب نقل التكنولوجيا في نظام جامعة كاليفورنيا في الفترة ما بين عامي 1990، و2010، كانت الاختراعات التي تم تمويلها من قِبَل الحكومة أقل احتمالًا أنْ تحصل على براءة اختراع أو أنْ تُرَخَّص، مقارنة بالاختراعات التي تم تمويلها من قِبَل الشركات، أو من قِبَل الحكومة والشركات معًا، كما أن لها معدَّل استشهاد أقل.





استخدام الأبحاث التي تمولها بصورة كاملة. وبدلًا من ذلك.. تشير معدلات الاستشهاد المرتفعة لبراءات اختراع الأبحاث المموَّلة من قِبَل الشركات إلى أن هذه المؤسسات تدعم الأبحاث الاستكشافية. ويشير البحث الذي أجراه عالِم الاجتماع جيمس إيفانز ـ في جامعة شيكاغو بإلينوي ـ إلى أن الشركات تتجه إلى الجامعات؛ لاستقصاء المجالات التي تقع خارج نطاق القوة الأساسية للشركات، كما أنها تستثمر في الأبحاث العلمية المبنيَّة على التفكُّر على أمل الحصول على فرص للربح[9].

في واقع الأمر، يجادل إيفانز بأن الشركات تحثّ الأكاديميين على استكشاف المجالات العلمية التي لن يستطيعوا استكشافها لو تُرِكوا لحالهم. ويكتب قائلًا[9] إنه بالرغم من أن الأكاديميين قد يتصرفون بتحفُّظ من أجل كسب رضا أقرانهم، ومن أجل أن تُقْبَل أوراقهم ومقترحاتهم العلمية، إلا أن «المشاركات مع الصناعة تسحب العلماء من ذوي المكانة العالية بعيدًا عن النظريات الراسخة، وتقودهم في اتجاه التفكُّر».

على سبيل المثال.. المنحة البحثية التي بلغت قيمتها 500 مليون دولار، والتي قدمتها شركة «بي بي» للتحالف الذي تقوده جامعة كاليفورنيا بيركلي، قُصِد منها استكشاف الوقود الحيوي من السيليلوز في النباتات أو بقايا المحاصيل، وهذا المجال هو مجال لا تملك شركة «بي بي» فيه أيّ خبرات. وفي مثل هذه الحالة، قد يحدث أن تكون الاختراعات الناتجة مفيدة للباحثين الآخرين، بينما تكون غير ذات صلة باستراتيجية أعمال الشركة.

في مثل هذه الحالات، قد يكون عمل شركات أخرى على اختراع ما أكثر فائدة للمموِّلين من الملكية الحصرية. فمثلًا.. تبيَّن أبحاث أوّلية ـ أجراها يونجدونج ليو، المرشَّح لدرجة الدكتوراة في بيركلي ـ أن شركة المعلومات «آي. بي. إم» تكشف عن الابتكارات التي تقع على هامش خبراتها من غير أن تحصل على براءات اختراع لها، إلا أنها عادةً ما تستشهد ببراءات اختراع لا تخصّها، مبنيّة على الابتكارات التي كُشِف عنها. وبالطريقة نفسها، أسهمت عدة شركات أدوية كبرى في مشروع الجينوم البشري المموَّل من قِبَل الحكومة، معلِّلةً بأنّ الوصول السريع إلى نتائج هذا المشروع سوف يسرع من مقدرتها على تطوير الأدوية، حتى لو كانت النتائج متاحة للجميع.

الحصول على الملكية الفكرية ليس بالضرورة موضع التركيز الرئيس للشركات الممولة. فالشركات كذلك تعرف قيمة العلاقات المستدامة مع العلماء الرائدين، والفرصة التي تتيحها تلك العلاقة للتعرف على موظفين موهوبين، واستقطابهم. وفيما يبدو.. لم تنتج اتفاقية جامعة كاليفورنيا-نوفارتس أيّ رخص للشركة، كما أن ممثلي «نوفارتس» لم يمارسوا أي تأثير واضح على اختيار المشروعات التي موّلتها[10].

قد تنبع الرعاية المشتركة ما بين الحكومة والشركات من أهداف أكثر تحديدًا. ونفهم أن مثل هذه المشارَكة عادةً ما تنشأ من المشروعات التي ابتدأتها وكالات التمويل الحكومية، ثم تم استقطاب الشركات المموِّلة ناحيتها؛ من أجل تطوير أبحاث واعدة، غير أنها في المراحل الابتدائية إلى تطبيقات عملية. فمثلًا.. إذا ما اكتُشف برنامج مسح جيني مموَّل من قِبَل الحكومة هدفًا جذابًا للأدوية، فإن الشركات قد تموِّل المشروعات التي تقوم بمسح للأدوية المحتملة ضد هذا الهدف. ويشرح هذا النوع من التركيز السببَ وراء كون الاختراعات من هذا الصنف هي التي يكون احتمال ترخيصها أكبر (حتى من قِبَل الطرف الثالث)، إلا أنها ليست من تلك التي يكون عدد الاستشهادات بها مرتفعًا.

النسبة الكبيرة من الرُّخَص التي مُنحت للطرف الثالث تشير إلى أن جامعة كاليفورنيا تنجح في تسويق اختراعاتها، كما أنها تتفاوض حول اتفاقيات تمنع الشركات من حبْس الاختراعات من غير سبب مقنع. ويبدو أن هذه المهمة تَبيَّن بحق أن هناك شركات ممولة تدرك أن مشارَكة الأبحاث الاستكشافية يمكن أن تفيد الشركة ذاتها.

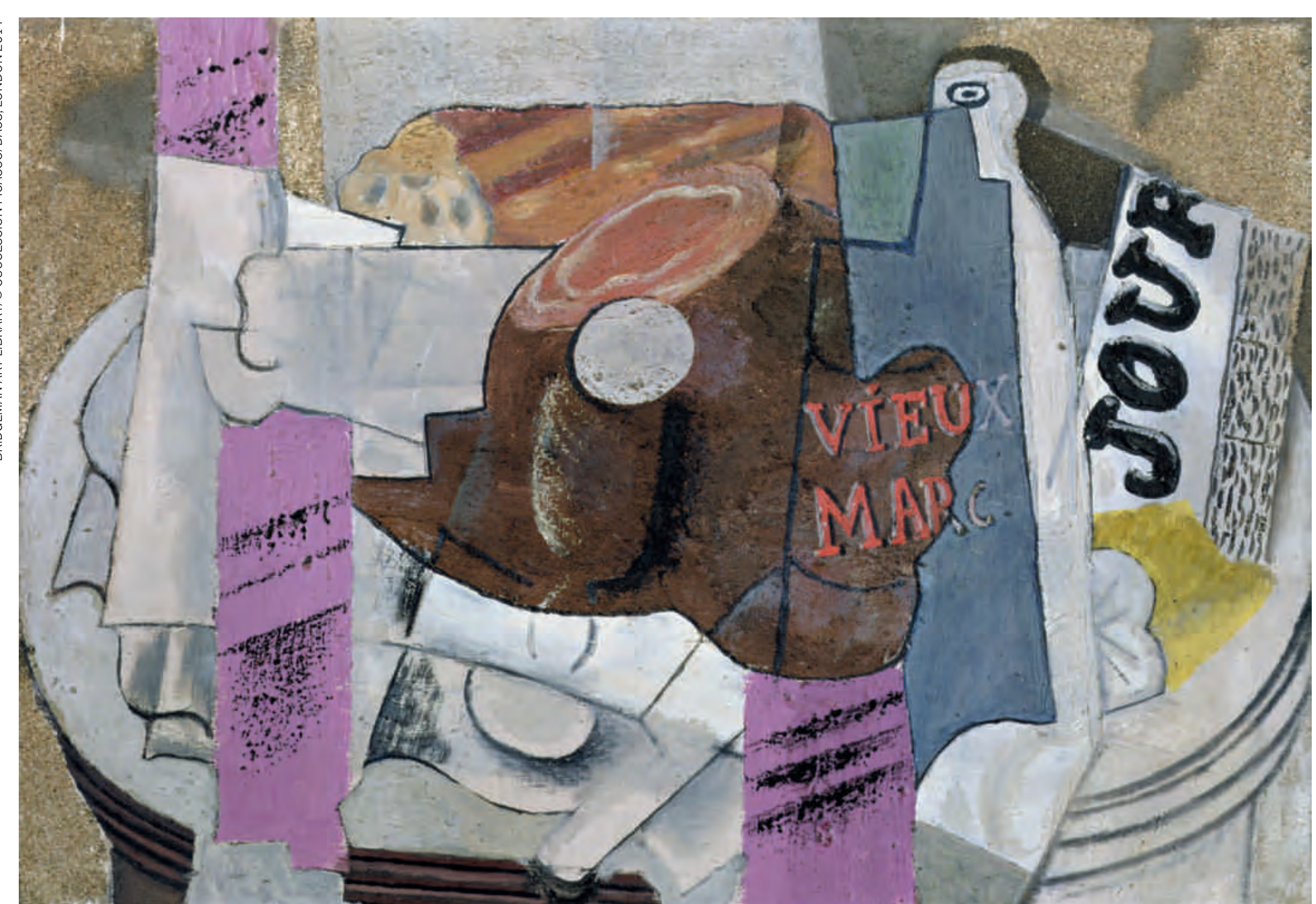
لتقييم ما إذا كان من الممكن أن تعمَّم هذه النتائج على المؤسسات الأكاديمية الأخرى، نحتاج إلى بيانات من الجامعات البحثية الأخرى. ونحن ننادي بتكوين مشروع لتجميع البيانات المشابهة من عيِّنة كبيرة من الجامعات البحثية الأخرى، بضمانات خصوصية، لكي تخضع للتحليل التجريبي. ويمكن لمثل هذا المشروع أن يقيِّم ـ على سبيل المثال ـ ما إذا كان من الأفضل لمجموعة من المؤسسات الأصغر، أو لتلك التي تولي اهتمامًا أقل بالأبحاث، أنْ تستخدم مؤسسة نقل تكنولوجيا واحدة.

ينبغي للجامعات التي تبرِم عقودًا مع الشركات أن تكون حريصةً على مهمّتها في إنتاج المعرفة ونقلها، لكنْ لا ينبغي لها أن تفترِض أنّ الشركات تركِّز في المقام الأول على تقييد الملكية الفكرية. والجامعات التي تفعل ذلك سوف تضيِّع فرصًا مثمرة للتعاون مع الشركات التي ترغب في تمويل مشروعات يمكن أنْ تفيد الكثيرين. ■

برايان دي. رايت أستاذ في اقتصاديات الزراعة والموارد في جامعة كاليفورنيا، بيركلي، الولايات المتحدة الأمريكية. **كيرياكوس درايفاس** باحث ما بعد الدكتوراة في الاقتصاد في جامعة أثينا الزراعية، اليونان، وزميل بحثي في جامعة بيريوس، اليونان. **شِن لي** أستاذ مساعد في اقتصاديات الطاقة والبيئة في جامعة ولاية بنسلفانيا في يونيفيرستي بارك، الولايات المتحدة الأمريكية. **ستيفن إيه. ميرل** يدير برنامج سياسة العلوم والتكنولوجيا والاقتصاد في الأكاديمية الوطنية للعلوم في الولايات المتحدة في واشنطن دي سي، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: bwright@berkeley.edu

1. President's Council of Advisors on Science and Technology *University–Private Sector Research Partnerships in the Innovation Ecosystem* (OSTP, 2008); available at http://go.nature.com/hilyum.
2. National Science Board *Science and Engineering Indicators 2014* 5–13 (NSF, 2014).
3. Washburn, J. *University, Inc: The Corporate Corruption of Higher Education* (Basic Books, 2005).
4. White, J. & Bero, L. A. *Stanford Law Policy Rev.* **21,** 105–133 (2010).
5. Kramer, D. *Physics Today* **61,** 20–22 (2008).
6. Litan, R., Mitchell, L. & Reedy, E. J. *Innov. Policy Econ.* **8,** 31–57 (2008).
7. Foley, H. C. *Res. Technol. Mgmt* **55,** 12–17 (2012).
8. Pressman, L. *et al. Nature Biotechnol.* **24,** 31–39 (2006).
9. Evans, J. *Am. J. Sociol.* **116,** 389–452 (2010).
10. Busch, L. *et al. External Review of the Collaborative Research Agreement between Novartis Agricultural Discovery Institute, Inc. and The Regents of the University of California* (Inst. Food and Agricultural Standards, Michigan State Univ., 2004); available at http://go.nature.com/sgoc1a.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



MUSEE D'ART MODERNE DE LA VILLE DE PARIS, PARIS, FRANCE/GIRAUDON/THE BRIDGEMAN ART LIBRARY/© SUCCESSION PICASSO/DACS, LONDON 2014

بابلو بيكاسو، لو فيو مارك (زيت على قماش)، 1912.

الكيـوبايزم يعـود بالعـالِم إلى العِـلْم

وجهة نظر علمية مشارِكَة تحل المفارقات الكمية، وتجد مكانًا «للحظة الآنية» في الفيزياء الكلاسيكية، كما يقول **إن. ديفيد ميرمين.**

تصف العلوم الفيزيائية العالَم الخارجي المادي: الجسيمات والموجات والمجالات؛ وكيف تتغير مع مرور الزمن؛ وكيف تؤدي إلى نشوء أشكال المادة على الأرض وخارج الأرض، والأشياء التي تُرى عن طريق المجهر، والأشياء التي تُرى بالعين المجردة. يصير العالَم معروفًا لكل واحد منا عبر تصوراتنا الداخلية الخاصة، إلا أن العلوم الطبيعية تجاهلت هذه «الذاتية»، وهي ذاتية (العالِم)، على الرغم من أن تجربته الشخصية الخاصة به تشكِّل الرابط الوحيد مع العالَم الخارجي.

في مطبوعة الطبيعة والإغريق[1] *Nature and the Greeks*، تَتَبَّع الفيزيائي النمساوي إروين شرودنجر إغفال دور الذاتية من العلم لأكثر من ألفي سنة. وبالرغم من النجاح الباهر في العلوم الطبيعية، فقد أثار هذا الاستبعاد للتجربة الشخصية بعض الألغاز المحيِّرة والتناقضات المستمرة.

وتمّ حل مشكلتين منفصلتين طويلتي الأمد من خلال الاعتراف بأن إدراك وفهْم الذات له دور مهم في فهم طبيعة العلم الفيزيائي. المشكلة الأولى: هي الخلاف الشهير ـ الذي امتد إلى ما يقرب من قرن ـ حول الارتباك وعدم الوضوح الذي ابتُليت به أسس ميكانيكا الكم، رغم الفوائد الاستثنائية لهذه النظرية وقوتها. أما المشكلة الثانية ـ وهي أقل شهرة، مع أنها امتدت معنا طويلًا ـ فهي أنه لا يوجد شيء في الفيزياء ـ على ما يبدو ـ يختص بمصطلح «اللحظة الراهنة». وقد دعا ألبرت أينشتاين هذه المشكلة بمشكلة «الآن». وهاتان المشكلتان هما أعراض استبعاد الإدراك الذاتي للعالِم من الفيزياء، وقد تم حلهما عن طريق استعادة ما أزاله قدماء الإغريق.

ميكانيكا الكَمّ

في عام 1931، كتب شرودنجر خطابًا بريديًّا غير متداوَل[2] إلى الفيزيائي الألماني أرنولد سومرفيلد، يقول فيه إن ميكانيكا الكم «لا تتناول سوى العلاقة بين الذات والموضوع أو الشيء». وهناك مؤسِّس آخر لميكانيكا الكم، وهو الفيزيائي الدنماركي نيلز بور، أَصَرَّ في مقال[3] له عام 1929 على أن الغرض من العلم لم يكن فقط الكشف عن «الجوهر الحقيقي للظواهر» ولكن أيضًا العثور على «علاقات بين الجوانب المتعددة لخبراتنا في التناول والفهم».

على الرغم من هذه التلميحات المبكرة، إلا أنه في القرن الواحد والعشرين فقط استطاع كلٌّ من الفيزيائيَّيْن، الأمريكي كريستوفر فوكس، والبريطاني الألماني روديجر شاك[4-6]، طرح مفهوم لميكانيكا الكم؛ يؤدي إلى استعادة التوازن بين الموضوع، والذات. وقد أطلقا على نظرتهما الجديدة اسم «كيوبايزم» QBism: (كيو) ترمز إلى الكَمّ، و(بايزم) ترمز إلى استدلال بايز الإحصائي، وهو رؤية للاحتمالات، تشمل لاعبًا يخاطر ويحدِّث من فُرَصِه.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

تعزو الكيوبايزم تَشَوُّش أسس ميكانيكا الكم إلى الإزالة غير المبررة لحِسّ العَالِم من العلم.

يرتبط الكثير من هذا التشوش الذهني بـ«الدالة الموجيّة» التي تقدمها ميكانيكا الكم لوصف نظام فيزيائي ما. ويكشف هذا المصطلح الفيزيائي المبهم ـ وبشكل مزعج ـ عن عدم الوضوح الموجود في هذا المجال منذ بدايته في عام 1925. ويجادل كثيرون من المعنيِّين ـ حتى يومنا هذا ـ حول ما إذا كانت الدوال الموجيّة كيانات حقيقية، مثل الحجارة أو تموُّجات الماء، أم هي مجرد تجريدات رياضية تساعدنا على تنظيم أفكارنا، مثل حسابات الاحتمالات.

تَبَنَّى مؤخرًا كلٌّ من فوكس، وشاك وجهةَ النظر الثانية، ومفادها أن الدالة الموجيّة تترافق مع نظام فيزيائي ما في وجود وسيط ذاتي. وبالنسبة لي، مثلًا، واستنادًا إلى تجربتي الماضية.. فأنا أستخدم الدالة الموجية، متَّبِعًا القواعد التي وضعَتها ميكانيكا الكم؛ لحساب ترجيح احتمال شيء ما قد أَخْتَبِرُه لاحقًا، ومن ثم أختار.. هل أقوم بالمزيد من البحث، أم لا. واعتمادًا على ما أستطيع فهمه وإدراكه، أستطيع تحديث الدالة الموجيّة على أساس تلك التجربة، مما يمكِّنني من تقييم أفضل لتوقعاتي اللاحقة.

أولئك الذين يعتقدون أن الدوال الموجيّة يجب أن تكون حقيقية مثل الحجارة، عليهم أن يبذلوا الكثير من الجهد في البحث عن آليات فيزيائية موضوعية مسؤولة عن هذه التغييرات في الدالة الموجية: مظهر جديد للجاذبية مثلًا، أو نوع جديد من قوى الاحتكاك الأساسية واسعة الانتشار، إلا أنه وفقًا للـكيوبايزم، فإن التغيُّر فقط سيكون في توقعاتي الشخصية، التي يجب أن أنقحها؛ لاستيعاب تجربتي الجديدة.

هناك جزء آخر مشهور لهذا التشوش الذهني، ناتج عن استبعاد الذات المُدرِكة، ألا وهو تأثير الكم «غير المحلي»، واعتقاد بعض علماء فيزياء الكم، والعديد من الصوفيين، والباراسيكولوجيين (علماء ما وراء النفس)، والصحفيين، أن حدثًا ما في منطقة محددة من الفضاء يمكن أن يُغَيِّر على الفور وَضْعًا في منطقة بعيدة. وقد كُتبت آلاف الأوراق العلمية عن هذا الفعل الغامض عن بُعد على مدى الأعوام الخمسين الماضية. ومفهوم أن التغيير الوحيد هو التغيير في التوقعات الذاتية[7] سيشير إلى أنه لكي نتعلم أي شيء عن مثل هذه التغيّرات عن بُعد، يجب أن نتواصل مع شخص في تلك المنطقة التي وقع فيها التأثير.

وقد رفض معظم الفيزيائيين الذين اهتمّوا بالـكيوبايزم هذا التمهيد الفج، لإقحام تجربة شخصية ذاتية في العلم، وكذلك نتائجها لفهمنا لفيزياء الكم. وهو ما يسيء إلى شعورهم بأن العلم موضوعي بشكل حازم.

وكثيرًا ما اتُّهِمَ مؤيدو الكيوبايزم بالذاتية: وهو الاعتقاد بأن العالَم يوجد فقط في عقولنا–أي أن معرفة أي شيء خارج العقل غير مؤكدة. وهذا خطأ كبير. وعلى الرغم من أنني لا يمكن أن أدخل عقلك لأعيش تصوراتك الخاصة، إلا أنه يمكنك أن تؤثر على تصوراتي عبر اللغة. وعندما أتحدث معك، أو أقرأ كتبك ومقالاتك في «نيتشر»، فأنا أستنتج ـ إلى حد ما ـ أنك كائن واعٍ بالأخرى مثلي تمامًا، ومن ثم أستدِلّ على ملامح تجربتك. هذه هي الطريقة التي يمكننا التوصل بها إلى فهْم مشترك لدينا للعوالم الخارجية، على الرغم من خصوصية تجاربنا الفردية.

اللحظة الآنيّة

يمكن توسيع الحديث حول «الكيوبايزت» QBist ليشمل القضايا التي لا تلعب فيها ميكانيكا الكم أو الاحتمالات أي دور، مثل مشكلة اللحظة الآنية، التي تنشأ في الفيزياء الكلاسيكية البحتة (ما قبل الكم). يمكنني تغيير المصطلح إلى سي-بايزم (CBism) عندما وصف تطبيقات آراء علماء الـكيوبايزم في العلم في مثل هذه الأوضاع الكلاسيكية. وهنا ترمز الـ«سي» إلى الكلاسيكية، والـ«بي» إلى العَالِم بور، الذي ذهبت حكمته إلى أبعد من ميكانيكا الكم عندما علّمنا أن العلوم الطبيعية تَدرُس خبراتنا وتجاربنا.

يشير الفيلسوف رودولف كارناب[8] إلى أن مشكلة اللحظة الآنية أقلقت أينشتاين جدًّا. ويذكر أن أينشتاين صرَّح له بأن الإحساس باللحظة الحاضرة يعني شيئًا خاصًّا للبشرية، وهو يختلف اختلافًا جوهريًّا عن الإحساس بالماضي والمستقبل، وأن الفيزياء لا تستطيع وصف هذا الفارق. ويرى كارناب أن أينشتاين استسلم بمنتهى الألم، لعدم قدرة العلم على إدراك هذا الإحساس.

> **«الآنية ليست ضربًا من الوهم، ولا مظهرًا زائفًا لشوفينيّة الحاضر».**

لم تكن المسألة بالنسبة إلى أينشتاين مجرد اكتشاف النسبية الشهير لما إذا كان وقوع حدثين في مكانين مختلفين حدثًا في الوقت نفسه يمكن أن يعتمد على إطارك المرجعي الخاص. كان من الواضح أن الفيزياء لا تقدِّم أي وسيلة لتحديد اللحظة الآنية، حتى في حدث واحد في مكان واحد، رغم أن لحظة راهنة محلية -الآن- هي شيءٌ واضح لكل منا، كحقيقة لا يمكن إنكارها. كيف يمكن ألَّا يكون هناك مكان في الفيزياء لشيء واضح على هذا النحو؟

إنّ وَضْعِي الراهن ـ اللحظة الحالية ـ هو مناسبة خاصة بالنسبة لي أثناء حدوثها. أستطيع أن أدرك لحظتي الحالية في سياق أحداث وقعت في وقت سابق، أتذكرها أنا فقط، ومن أحداث يمكنني أن أتوقعها أنا فقط، أو أتخيلها. إنّ وَضْع حدث ما، كاللحظة التي تصف حالتي الآن، هو شيء عابر، إذ يصبح من الذاكرة، نتيجةً لتسلسل ظهور آنيّات أخرى.

ورغم أنه جَليّ وعادي لنا جميعًا، ليس هناك ثمة ما يمكن أن نسميه «الآن» في الوصف الفيزيائي العادي للمكان والزمان. يمثل الفيزيائيون جميع الأحداث التي مرّت بشخص ما على شكل خط في أبعاد الزمان والمكان الأربعة، ومن ثم تصبح حياة هذا الشخص عبارة عن «خط العالَم» (world-line). ليس هناك أي شيء حول أي نقطة على خط العالَم الخاص بي يُظهِر أنها معزولة أو مميزة كلحظة آنيّة.

عندما ذكرتُ مؤخرًا إلى عالِم فيزياء نظرية بارز أنني كنت أكتب مقالًا أشرح فيه وجهة نظر علماء الكيوبايزت في العِلْم؛ لحل مشكلة الفيزياء الكلاسيكية الصعبة مع اللحظة الآنيّة، قال: «آه، أنت ستشرح لماذا نملك جميعًا ذلك الوهم.» وقد سخر مؤخرًا فيلسوف بارز في العلوم من أن هناك موضعًا يجب أن يُتَّخَذ باسم اللحظة الآنيَّة على خط العالَم الخاص بي بقوله «تلك شوفينيّة اللحظة الحاضرة»[9]، أو التعصب لِلَّحظة الحاضرة.

الآنيّة ليست ضربًا من الوهم، ولا مظهرًا زائفًا لشوفينيّة الحاضر. فقد دُفنت مشكلة اللحظة الآنيّة من خلال اعترافنا بالخطأ الذي يكمن خلف استنتاجنا أنها مفقودة من وصفنا الفيزيائي للعالَم. وهذا هو الخطأ الذي أدَّى بنا إلى تشوش نظرتنا الكمية: استبعاد التجربة الشخصية من العلوم الطبيعية. كان ما يؤلم أينشتاين هو عدم قدرة العِلْم على احتواء اللحظة الآنيّة، وهو جزء من رفضه العنيد لقبول ميكانيكا الكم كرؤية واضحة للعالم.

يعتبر الفيزيائيون أنّ كلًّا من الزمان والمكان شيئًا ماديًّا. فقد ارتقوا بهما من مخطط رباعي الأبعاد يُستخدَم لتسجيل تجربتهم إلى نوع من «الجوهر الحقيقي» الذي حذّرنا بور من البحث عنه. إن مخطط الزمان والمكان الخاص بي يتيح لي تمثيل أحداث من الماضي، جنبًا إلى جنب مع استنتاج أو تخمين حول أحداث لم أشهدها بعد، أو لم تحدث بعد. ومن ثم، وعن طريق تحديد المخطط الزماني المكاني التجريدي الخاص بي لواقع موضوعي، فأنا أخدع نفسي باعتبار ذلك المخطط ساحة رباعية الأبعاد، أعيش فيها حياتي. فالحياة الفعلية ممتدة في الزمان والمكان، والساعات الفعلية المستخدَمة لربط أوقاتنا مع تجاربنا ممتدة كأشياء مادية. وتمثيل تلك البِنْيَة الزمانية المكانية الغنية من خبرتنا البشرية، كنقاط رياضية في سلسلة متصلة من الزمان والمكان هو تبسيط إستراتيجي ذكي، ولكن يجب علينا عدم خلط تجاربنا الفعلية برسوم متحركة.

القول الذي يشير إلى أن هناك مكانًا للحظة الحاضرة في الفيزياء يصبح واضحًا عندما اعتمد إحساسي لتلك اللحظة على أنها حقيقة واقعة واضحة بالنسبة لي، وأن أدرك أن الزمان والمكان ما هو إلا تجريد، بَنَيْتُهُ أنا لتنظيم مثل هذه التجارب. ومن ثم، أستطيع في أي لحظة أن أحدد تجربتي الماضية على خط العالم، بحيث تنتهي عند لحظتي الحاضرة (الآن). وعندما تتحول إلى ذِكْرَى، أستطيع أن أوسع المخطط الخاص بي؛ لاحتواء لحظاتي الآنيّة اللاحقة. إنّ حركة لحظتي الآنيّة على طول خط العالم تعكس حقيقة أن سريان الزمن في ساعتي يكسبني المزيد من الخبرات التي تُسجَّل على امتداد خط العالم.

هذا يعني أن هناك مكانًا في الفيزياء للحظة الآنيّة لأي شخص، ولكن هل يمكن أن تكمن مشكلة اللحظة الآنيّة في ربط لحظات آنيّة لعدة أشخاص مختلفين؟ عندما نتواصل أنا وأنت وجهًا لوجه، فأنا لا أستطيع أن أتخيل أن لقاءً حيًّا بالنسبة لي يمكن أن يكون مجرد ذكرى بالنسبة لك، أو العكس. فعندما يكون شخصان معًا في حدث ما، إذا كان الحدث آنيًّا لواحد منهم، فهو آنِيٌّ لكليهما. ورغم أن هذا ليس سوى استدلال لكلا الشخصين، فأنا أعتبره سمة أساسية لذاتَين مُدرِكَتَين، كما هو الحال مع اللحظة الآنيّة لفاعلٍ واحد.

إنّ لحظتنا الآنيّة يجب أن تتعامد مع كل واحد موجود في اجتماعاتنا. وكلما كانت لدينا محادثة معًا، فإننا نفترق ثم نعود معًا؛ لتكون لدينا محادثة أخرى. وخلال تاريخ البشرية، انتقل الناس بسرعات منخفضة. فالتأثير المعقَّد للنسبية، المعروف بـ«تمدد الزمن» - تباطؤ الساعات التي تتحرك بسرعة تُقَارِب سرعة الضوء - على تقدُّم اللحظات الآنية المختلفة لكل منّا كان صغيرًا بدرجة لا يمكن ملاحظتها. ويمكننا، مع ذلك، أن نفكر في مسألة لحظاتنا الآنية، وما إذا كانت ستتزامن عندما نعود معًا، أم لا، بغض النظر عن مدى سرعة انتقالنا ذهابًا وإيابًا، وبغض النظر عن زمن الرحلة.

من المعلوم ـ كحقيقة أساسية من النسبية ـ أن زمني الشخصي - تقدُّم اللحظة الراهنة الخاص بي - يواكب قراءة ساعتي. وإذا لم يكن كذلك، سأكون على علم بأن معدل سريان الزمن بساعتي قد تغير، حيث إنها انتقلت معي، وهو انتهاك لمبدأ النسبية لأينشتاين، و(جاليليو). وهذا هو كل ما نحتاجه. دعنا ننظر إلى توأمين.. فعندما يكونان معًا في المنزل، فإن لحظاتهما الآنية تتزامن. هب أنّ أَلِيس، أحد التوأمين، اتجهت مسافرة إلى نجم قريب بسرعة تساوي 80% من سرعة الضوء، ثم استدارت عائدة إلى منزلها مع توأمها ◄

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

بوب بالسرعة نفسها. تقول النسبية إنه إذا حسبت ساعة بوب عشر سنوات في هذه الأثناء، فإن ساعة أليس تكون قد تقدمت ست سنوات فقط، ولكنْ لأن لحظات حاضرهما تقدمت في الزمن بالتزامن مع الساعة التي يحملها كلٌّ منهما، فإن لحظة لَمِّ الشَّمْل لا تزال لحظة آنيّة بالنسبة إليهما على حد سواء.

لذا.. من غير الصحيح أن ندَّعي أن الفيزياء ليس لديها ما تقدمه حول اللحظات الآنّيّة المحلية في سياق أحداث منفردة. تتوقع الفيزياء أن تستمر تجاربنا باللحظة الآنّيّة في اكتساب السمات المألوفة نفسها في عالَم مستقبلي من السفر بين النجوم بسرعات قريبة من سرعة الضوء، حتى بالنسبة إلى اللحظات الآنية المتميزة لعدة مشاركين.

سوف يحلّ هذا العديد من الألغاز المتنوعة في ميكانيكا الكم، وكذلك مشكلة اللحظة الآنّيّة في الفيزياء الكلاسيكية المحضة، ومن ثم فإن التفكير بـالكيوبايزت، أو الـسي-بايزت، يجب أن يؤخذ بجدية أكثر من قِبَل الفيزيائيين. وحان الوقت للنظر في الأحجيات التأسيسية الأخرى التي يمكن أن تُحَلّ بإعادة التوازن بين الذات والموضوع في العلوم الطبيعية.

وكما قال باحثٌ آخر من فيينا في عام 1927، أكثر شهرة من شرودنجر، وهو سيجموند فرويد (المرجع 10): «مشكلة أي رؤية عالمية لا تأخذ في الحسبان العقلَ البشري الذي ندركها به هي أنها فكرة مجردة فارغة». ■

إن. ديفيد ميرمين أستاذ فخري في مختبر الفيزياء الذَّرِّيَّة والحالة الصلبة، جامعة كورنيل، إيثاكا، نيويورك، الولايات المتحدة الأمريكية. بدأ يأخذ الكيوبايزم بجديّة حين كان في معهد ستِّلِنبوش للدراسات المتقدمة، جنوب أفريقيا.
البريد الإلكتروني: david.mermin@cornell.edu

1. Schrödinger, E. *Nature and the Greeks and Science and Humanism* (Cambridge Univ. Press, 1996).
2. Schrödinger, E. *Eine Entdeckung von ganz ausserordentlicher Tragweite* (ed. von Meyenn, K.) 490 (Springer, 2011).
3. Bohr, N. *Atomic Theory and the Description of Nature* 18 (Cambridge Univ. Press, 1934).
4. Caves, C. M., Fuchs, C. A. & Schack, R. *Phys. Rev. A* **65,** 022305 (2002).
5. Fuchs, C. A. Preprint at http://arxiv.org/abs/1003.5209 (2010).
6. Fuchs, C. A. & Schack, R. *Rev. Mod. Phys.* **85,** 1693–1715 (2013).
7. Fuchs, C. A., Mermin, N. D. & Schack, R. Preprint at http://arxiv.org/abs/1311.5253 (2013).
8. Carnap, R. *The Philosophy of Rudolf Carnap* (ed. Schilpp, P. A.) 37–38 (Open Court Publishing, 1963).
9. Price, H. *Science* **341,** 960–961 (2013).
10. Freud, S. *The Future of an Illusion,* in *Mass Psychology and Other Writings* (Penguin, 2004).



العِلْم غير القياسي: كريست تشِرتش، نيوزيلندا، عقب زلزالها الثاني خلال ستة أشهر.

KYODO/REUTERS

فن المشورة العلمية للحكومات

يقدم **بيتر جلوكمان**، كبير المستشارين العلميين في نيوزيلندا، مبادئه العشرة لبناء الثقة، والتأثير، والاندماج، والاستقلالية.

في عام 2009، عُيِّنْتُ كأول مستشار للعلوم لرئيس وزراء نيوزيلندا. وتزامن الأسبوع الذي تم اختياري فيه مع إعلان الحكومة بأن صناعة الغذاء في نيوزيلندا لن تتطلب بعد الآن إضافة حمض الفوليك للمنتجات المشتقّة من الدقيق؛ لتساعد في الوقاية من عيوب القناة العصبية في الأطفال حديثي الولادة، رغم وجود اتفاق مسبق لإضافته. كان ذلك في نطاق خبرتي العلمية الخاصة. وقبل اختياري للمنصب، كنتُ قد قمت بتوجيه المشورة إلى الحكومة بوجوب تنفيذ مشروع إضافة مكمِّلات حمض الفوليك، لكن هناك جماعات أثارت قلقًا عامًّا كبيرًا بشأن القضية، يتعلق بالمخاطر الصحية والتدخل بمواد طبية في المواد الغذائية.

وهكذا، في أول مقابلة لي في وسائل الإعلام، باعتباري مستشارًا علميًّا، تم سؤالي عمّا شعرتُ به حيال أنّ نصيحتي لم تجد آذانًا صاغية. أشرتُ إلى أنه رغم البرهان العلمي الذي يدعم إضافة حمض الفوليك كمُكَمِّل غذائي، فلن تتجاهل حكومةٌ ديمقراطيةٌ ما بسهولة القلق العام العارم نحو الغذاء. لم يكن الفشل هنا سياسيًّا، وإنما كان افتقارًا إلى المشاركة الدؤوبة والفعالة للمجتمع العلمي الطبي في النقاش عن دور حمض الفوليك في الغذاء. ونتيجة لذلك.. لم ينل التدخُّلُ الموافقة الاجتماعية الضرورية للاستمرار فيه.

مرت خمس سنوات، وما زلتُ في المنصب. وتوصَّلْتُ إلى أن المهام الجوهرية للمستشار العلمي، وأضخم التحديات أمامه، هي في تقديم النصح، لا في القضايا العلمية البحتة، وإنما في قضايا ذات سمات يُطلَق عليها العلم غير القياسي[1] (post-normal science). وتُعتبر

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

هذه المسائل مُلِحَّة وذات اهتمام عامٍ وسياسي بدرجة كبيرة، ويتخذ الأشخاص المرتبطون بها مواقف قوِّية بناءً على قِيَمِهم، كما أن العِلْم يكون معقدًا، وغير مكتمل، وغامضًا. لذا.. يهيمن التشتت على معنى المخاطر والمقايضات، وعلى فَهْم كل منهما.

من الأمثلة على ذلك.. القضاء على الآفات الخارجية في النظم البيئية الفريدة لنيوزيلندا، والتنقيب عن البترول في عرض البحر، وتشريع العقاقير المُنشِّطة للعقل، وتحسين جودة المياه، ومواجهة العنف الأسري، وكذلك مرض السمنة، وأمراض المراهقة والانتحار، والشيخوخة، وتحديد أولويات تعليم الطفولة المبكرة، وخفض انبعاث غازات الدفيئة الزراعية، وتحقيق التوازن بين النمو الاقتصادي والاستدامة البيئية.

تُعَدّ خبرتي الخاصة على غرار ديمقراطية «وستمنستر» البرلمانية في اقتصاد صغير متقدم. وفي هذا السِّيَاق.. استخلصت مجموعة من عشرة مبادئ أهتدي بها في عملي. وهناك دول أخرى لديها أشكال مختلفة من السُّلْطة، وتواريخ ثقافية مختلفة، ويمكن للأفراد والمستشارين ومسؤولي المعاهد الأكاديمية ـ أو لمزيج من هؤلاء ـ تقديم المشورة العلمية الرفيعة إلى الحكومات، بَيْدَ أنِّي أعتقد أن مبادئ التوجيهية ترتبط بكل مَنْ يقدِّمون المشورة إلى المستويات العليا من الحكم. وتختلف هذه المبادئ قليلًا عن تلك التي قد ترشد الباحثين والأكاديميين ـ كأفراد ـ في محاولتهم لممارسة نفوذ على السياسات في مجالات اهتمامهم وخِبراتهم[2,3]. إن مستشاري العلوم مُلْزَمون بإبداء المشورة في سياق عملية وضْع السياسات. ويُقصد بذلك.. توضيح البدائل المزوَّدة بالبراهين والمعلومات، بدلًا من مُجَرّد الدفاع ببساطة عن اتِّباع مسارٍ ما.

> « يحمي صناع القرار والمسؤولون المنتَخَبون بجدارة مسؤولياتهم في تحديد السياسات».

المبادئ العشرة المهمة

حافِظْ على ثقة الكثيرين.. إذ يجب أن يحافظ مستشار العلوم على ثقة الجمهور، ووسائل الإعلام الجماهيرية، وصُنّاع القرار، والسياسيين، والمجتمع العلمي بشكل متوازٍ. ويُعدّ ذلك صحيحًا في أوقات الأزمات، وهو تحدٍّ ليس بالهيِّن. فمثلًا، أدَّت العوامل المسبِّبة للفزع تجاه سلامة الغذاء ـ مثل مرض الحمى القلاعية، ومرض كروتزفيلد جاكوب (CJD) ـ إلى بلورة تعزيز النظام الاستشاري العلمي في المملكة المتحدة؛ مما أدى إلى تطوير أدوار إدارات المستشارين العلميين. ودفعتْ كارثة الانصهار النووي في عام 2011 في مفاعل فوكوشيما المسؤولين اليابانيين إلى إلقاء نظرة نقديّة تجاه الممارسات الاستشارية[4].

في حالتي، كان هناك زلزالٌ هو الذي اختبر ثقتي. ففي مطلع عام 2011، تعرضتْ مدينة كريست تشِرش في نيوزيلندا لثاني هزة أرضية قوية خلال ستة أشهر. وكانت للأحداث عواقب مدمِّرة، شملت مقتل نحو 200 شخص، كما دُمِّرت ثاني أكبر مدننا بشكل كبير. وكانت تلك السلسلة من الهزات غير معتادة، ونَجَم عنها تنافس خبراء الزلازل ـ على الملأ ـ في تفسير طبيعة التصدعات والمخاطر المستقبلية؛ الأمر الذي أصاب العامّة وصُنّاع القرار بالحيرة.

استلزم الأمر إجراء حوار لا يُستَهان به مع العلماء؛ لإدراك الحاجة إلى وجود اتصال بسيط وغير متناقض، وليوافقوا على أن الخطاب المُتَعَمِّق ـ أو بكلمات أخرى.. الخطاب العلمي الأناني الموجَّه إلى المصلحة الشخصية ـ ليس موضعه الصفحات الأولى في الصحف اليومية. وكان المطلوب هو عملية اتصال شفافة؛ لنقل الأمور المعلومة والمجهولة إلينا .

أمّا الأمر الأسوأ، فهو أنه بسبب وقوع الزلزال يوم اكتمال القمر ، حظي منجم شعبي بتغطية إعلامية في ساعات الذروة، حين تنبأ بوقوع زلزال كبير آخر بعد شهر ،عندما يكون القمر والشمس على خط واحد. انتشر الهلع، وقمنا بالعمل مع المركز الإعلامي العلمي في نيوزيلندا؛ لتهدئة مخاوف الناس، في الوقت الذي اعترفنا فيه بعدم التيقُّن من النشاط الزلزالي.

حَصِّنْ استقلال الاستِشارة.. حيث يجب أن يكون الدور الاستشاري واضح المعالم ، ليحمي استقلاله من كلٍّ من النفوذ السياسي، والاختيار غير الناضج في عملية وضْع السياسات. ووجود توتُّر بين المشورة المستقلة وعمليات وضع السياسة الإدارية أمرٌ حتمي، ويستلزم دبلوماسية كبيرة؛ لإيجاد مشاركَة موثوق فيها بين المستشار الآتي من الخارج، والمسؤولين الإداريين. تحمي شروط تعييني في المنصب استقلاليتي، حيث أظل مستمرًّا في عملي كموظف بمؤسستي الأكاديمية، ومُنتَدَبًا للعمل مع رئيس الوزراء، ولا يرتبط عملي الاستشاري بالدائرة الانتخابية. لذا.. على المستشار أن يُدرِك أن الإزعاج العلني للعملية الديمقراطية قد يسفر عن فقدان القائد المنتخَب للثقة، ومن ثَمَّ أي إمكانية للتأثير. وهكذا، هناك قضايا يجب أن تحظى فيها الأكاديمية أو الهيئة العلمية الوطنية بأفضل مكانة لتقدِّم مشورتها، أو تدعم فيها المستشار الفردي.

قَدِّمْ تقاريرك إلى مَنْ في القمة.. حيث يجب أن تكون المشورة العلمية متاحةً مباشرةً ـ بدون رقابة ـ لرئيس الحكومة، أو رئيس الإدارة ذات الشأن. وفي الواقع، تميل القضايا التي تحتاج أكثر من غيرها للنصيحة إلى أن تكون حساسة سياسيًّا وتتلاقى مع عدة حقائب وزارية. ففي نيوزيلندا، مثلًا، يجب أن تتوازن الأهمية الاقتصادية للصناعات الرئيسة القائمة على الأرض، مع الحفاظ على نظمنا البيئية والسياحة البيئية التي ترتكز عليها. وتكون هذه المخاوف مسؤولية وزراء منفصلين، تحتم سُلْطاتهم الرسمية صياغة رؤاهم للتأثير البيئي. وتسمو على ذلك وجهة نظر المستشار.

فَرِّقْ بين العِلْم من أجل السياسة، والسياسة من أجل العِلْم. تختلف عملية تقديم المشورة العلمية عن إدارة نظام التمويل العام من أجل العلم. هناك احتمال لوجود تضارب في المصالح؛ تترتَّب عليه خسارة النفوذ، إذا قام المستشار العلمي بكلا الدورين. وهناك مخاطرة في أن يُنظر إلى المستشار على أنه من جماعات الضغط على الموارد، أو أن يصبح الدور مقتصرًا على الوزارة التي تدير تمويل الأبحاث الوطنية. نعم ، يجب أن تكون للمستشار العلمي يدٌ في وضْع السياسة العلمية، لكنْ يجب أن يكون هناك توازن دقيق، لا مفرّ من تحقيقه.

في وقت مبكر من اختياري للمنصب، نشب توتُّر غير ضروري بسبب تصوير وسائل الإعلام على أنني ـ وليست الوزارة المختصة ـ الفاعل الرئيس في وضع السياسة العلمية. ولم يكن الأمر كذلك، ولا رغبتُ في أنْ يحدث ذلك، لكن الاتصالات توترت مع الوزارة لبعض الوقت؛ مما ألحق الضرر بفاعليتي.

تَوَقَّعْ أن تحيطَ السياسةَ علمًا ـ لا أنْ تصنعها. تتعلق المشورة العلمية بتقديم تحليل دقيق عمّا نفعله ◄




DAVID WALL/ALAMY

محطة لإنتاج الغاز قرب جبل تاراناكي في الجزيرة الشمالية لنيوزيلندا.

وما نجهله. وهي بمفردها لا تصنع قرارات سياسية. هناك مدخلات عديدة أخرى مناسبة لاتخاذ القرار، منها الاعتبارات المالية، والرأي العام. يُقَدِّر صُنّاع القرار والمسؤولون المنتخبون مسؤولياتهم في تحديد السياسات، ويدافعون عنها بجدارة، وهذا معناه وجود إمكانية للاختيار بين البدائل في ظل مساومات مختلفة. ليس هذا مجال المستشار العلمي... وكوني حاسمًا حيال ذلك[5]؛ كَثَّفْتُ طاقتي لبناء الثقة على نطاق واسع في أنحاء الحكومة ومجتمع صناع القرار، والحفاظ عليها.

امنح العِلْمَ اِمْتِيازًا باعتباره مدخلًا إلى السياسة. مع الاعتراف بالمدخلات الأخرى ذات الصلة بعملية تشكيل القرار، يلزم أن نوضِّح لماذا يجب أن يحظى العِلْم بمكانة متميزة خاصة بين «أنواع المعرفة» التي قد تكون ذات نفع للسياسي. ويتضمن ذلك التقاليد الاجتماعية والمعتقدات الشعبية. وينبع فَضْلُ المعرفة المستمَدَّة من العلم من منظومة الإجراءات القياسية ـ على سبيل المثال.. إعادة التجربة، واستعراض القرائن ـ وهو ما يحدّ من تأثير المعتقدات والمذاهب. أما المدخلات الأخرى في العملية السياسية، فتُعَدّ خاضعة للتقدير بشكل كبير، وهذا صحيح.

اعترِفْ بحُدود العلم.. حيث يستطيع العِلْم التصدّي للمشكلات المعقدة، التي تُثقل كاهل صانعي الساسية والمسؤولين المنتخَبين، لكنْ على العلماء ألّا يبالغوا فيما يعلمونه، أو يستطيعون معرفته، رغم أن تحوُّل النظر إلى العِلْم مِن اعتباره مصدرًا لليقين إلى اعتباره مصدرًا للاحتمال قد يسبِّب إحباطًا أو ارتباكًا لصناع القرار وعامّة الناس.. فكم عدد السياسيين والمدافعين عن القضايا الذين أعلنوا وزعموا أنهم يستطيعون إيجاد عالِم يساند أي موقف في الجدال الدائر حول حمض الفوليك؟ يعكس هذا الاتجاه الإغراء الخطير في استخدام العِلْم لتبرير المعتقدات المبنيّة على التقدير[6]، والافتقار إلى أدبيات بشأن تحديد ماهيّة العِلْم (عمليًّا)[7]. على سبيل المثال.. فإن أغلب الجدال الدائر حول تغيُّر المناخ ليس بسبب البيانات في الأساس، ولكنْ بسبب المصالح الاقتصادية بين الأجيال.

كُنْ كوسيط.. لا كمُدَافِع.. حيث يمكن أن تُكتَسَب الثقة ويُحافَظ عليها، فقط إذا قام المستشار العلمي ـ أو اللجنة الاستشارية العلمية ـ بدور وسيط للمعرفة، وليس بدور المحامي المؤيِّد[6]. والفرق بينهما دقيق جدًّا، فالثقة بالمشورة والمستشار تنهار عندما يُنظَر إلى المشورة العلمية الرسمية على أنها دفاع، حتى لو تم قبولها. ومثال ذلك.. العروض المبالَغ فيها عن أسباب العواصف والفيضانات قد تقوِّض مصداقية النقاش الراهن بشأن الاحترار العالمي. وقد ركزت أبحاثي الأكاديمية العلمية على تطوُّر أصول مرض السمنة، وكان لزامًا عليَّ تَوَخِّي الحذر في ضمان مشورة متوازنة. ومع ذلك.. حين يكون هناك دفاع قوي عن المناهج الأخرى، من الصعب تجنُّب الشك في حياد المشورة التي أقدمها (انظر:.go.nature com/syxyee).

إِشْرِكْ المجتمع العلمي.. حيث يجب أن يعرف المستشار العلمي كيف يصل إلى العلماء من أجل مجال الخبرة المناسبة، وأن يساعدهم على الاضطلاع بمسؤوليتهم الاجتماعية، وذلك بتسهيل الوصول إلى معرفتهم وفهمها، وأن يصبحوا أكثر وعيًا بالتوقيت المناسب للقيام بدور المدافِع. وقد تم إدراج هذه المسائل في الميثاق الممتاز لقواعد السلوك للعلماء[8]، الصادر عن «المجلس الياباني للعلوم»، الذي تم تحديثه مؤخرًا، والذي يتضمن مباشرةً تفريقًا بين الوساطة والدفاع.

إِشْرِكْ المجتمع السياسي.. حيث إن دور المستشار العلمي في توفير المعرفة الفنية المباشرة غالبًا ما يكون أقل من دوره في الإيعاز بالاتجاهات والممارسات؛ لتعزيز كُلٍّ من العرض والطلب لأدلّة السياسات العامة.

لماذا ذلك؟ لأن المتشككين يفتشون في مجتمع السياسة بصورة تدعو إلى الدهشة. ففي عام 2012، أُجري استطلاع عن كيفية استخدام العاملين بمجال الخدمة العامة لدينا للأدلّة في عملية صنع القرار[4]. وقررت عدة وزارات أن وظيفتها كانت تخطيط السياسات التي تحقق متطلَّبات الوزير، وليس تقديم المشورة بشأن بدائل السياسات، استنادًا إلى أسس من البراهين الموجودة. وتوصلت دراسات في كندا وأستراليا[9] إلى نتائج متشابهة.

نصيحة طيبة

تنطبق هذه المبادئ غالبًا ـ التي يسترشد بها عملي ـ على أغلب نماذج المشورة العلمية. والاستعانة بالمستشارين، أو المجالس الاستشارية، أو الأكاديميين، لا تحتاج أن تكون حصريّة فيما بينهم. فالمناهج المختلفة تناسبها أهداف مختلفة، كما أنها ثمرة البنية الثقافية، والتاريخية، والسياسية، والاجتماعية لبلدٍ ما، والنهج المدني فيه[10].

وفي تجربتي، يرتكز تحقيق التغير الثقافي ـ الذي يحفز الاستخدام الأفضل للأدلّة المُشْتَقَّة علميًّا في الحكم ـ على مستوى الثقة الذي يمكن بلوغه بأفضل صورة بواسطة العلاقات الشخصية المباشرة مع كبار شخصيات السلطة التنفيذية. وتُعَدّ مثل هذه العلاقات ضرورية في وقت الأزمات. وعلى النقيض، بالنسبة إلى القضايا المعقدة والمزمنة، أعتقد أن للّجان الاستشارية والأكاديميين دورًا حاسمًا، عليهم الاضطلاع به.

من دواعي السرور أنْ تتم مناقشة تلك الشؤون على نحو متزايد. ففي أغسطس من هذا العام سوف يُعقَد أول مؤتمر عالمي للأكاديميين والممارسين لمهنة الاستشارة العلمية للحكومات في أوكلاند بنيوزيلندا (انظر: www. globalscienceadvice.org). ويحدوني الأمل في أنْ يقدِّم النقاش الذي سيدور على مدى يومين بين قادة الفِكْر من كل أنحاء العالم، حول المبادئ والوسائل والتوترات وحلولها في سياقات لا تُحْصَى ـ إسهامًا مهمًّا في هذا المجال المتنامي. ■

بيتر جلوكمان كبير المستشارين العلميين لرئيس وزراء نيوزيلندا، وأستاذ في معهد ليجينز، جامعة أوكلاند، نيوزيلندا.
البريد الإلكتروني: csa@pmcsa.org.nz

1. Funtowicz, S. O. & Ravetz, J. R. *Futures* **25,** 739–755 (1993).
2. Sutherland, W. J., Speigelhalter, D. & Burgman, M. A. *Nature* **503,** 335 (2013).
3. Douglas, H. *Science, Policy and the Value-Free Ideal* (Univ. Pittsburgh Press, 2009).
4. Doubleday, R. & Wilsdon, J. *Nature* **485,** 301–302 (2012).
5. Gluckman, P. D. *Towards Better Use of Evidence in Policy Formation: A Discussion Paper* (Office of the Prime Minister's Science Advisory Committee, 2011); available at http://go.nature.com/ntrw7u.
6. Pielke, R. A. Jr *The Honest Broker: Making Sense of Science in Policy and Politics* (Cambridge Univ. Press, 2007).
7. Gluckman, P. D. *The Role of Evidence in Policy Formation and Implementation* (Office of the Prime Minister's Science Advisory Committee, 2013); available at http://go.nature.com/kmxmbx.
8. Science Council of Japan *Statement: Code of Conduct for Scientists – Revised Version* (SCJ, 2013); available at http://go.nature.com/nhrnbb.
9. Hickey, G. M., Forest, P., Sandall, J. L., Lalor, B. M. & Keenan, R. J. *Sci. Pub. Pol.* **40,** 529–543 (2013).
10. Jasanoff, S. *Science and Public Reason* (Routledge, 2012).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



يعمل المهندسون لإعادة تركيب كاشف أطلس «سيرن»، إحدى التجربتين اللتين أُعِدَّتا للكشف الثنائي عن بوزون هيجز.

CLAUDIA MARCELLONI/CERN

فيزياء الجسيمات

جسـيـم هيجـز على الشـاشـة الكـبيرة

ألكساندرا ويتز تستمتع بالنظر خلف كواليس أهم كشف فيزيائي حديث.

هل ثمة جديد يمكن أن يقال عن بوزون هيجز، الجسيم تحت الذَّرِّي الذي قاد اكتشافه في عام 2012 إلى نَيْل جائزة «نوبل»، وصدور مجموعة من الكتب الرائجة، وإنشاء معرض، وحتى إنتاج فيلم سينمائي أبطاله من الزومبي، وتصوير أغنية راب؟ استطاع مارك ليفنسون ـ الفيزيائي سابقًا وصانع الأفلام حاليًا ـ أن ينجح في إخراج فيلم وثائقي عن جسيم هيجز، تم تصويره في مكان اكتشاف الجسيم.

بالطبع كان الحصول على لقطات مميزة شيئًا صعبًا، في الوقت الذي كان ينتشر فيه أفراد طاقم التصوير في كل مكان في مصادم الهادرونات الكبير في مختبر فيزياء الجسيمات الأوروبي «سيرن»، الواقع بالقرب من جنيف، لكنّ ليفنسون تغلَّب على هذا بتصوير فيلمه على فترات متقطعة منذ إنشاء مصادم الهادرونات الكبير في عام 2008، حتى عام 2012.

صوَّر فريق الفيلم الوثائقي «حمى الجسيم» *Particle Fever* كل الأحداث ذات القيمة: من الاحتفال الذي فُتحت فيه زجاجات الشمبانيا عند إطلاق أول شعاع من البروتونات المنتشرة، إلى الحطام المتسخ والمشوه للمغناطيسات فائقة التوصيل، التي انفجرت في الأسبوع التالي؛ وأعاقت العمل في المختبر لعدة أشهر.

استطاع هذا الفيلم أيضًا أن ينجح في اختيار أبطاله، إذ إنك لن تشاهد فقط قصص الباحثين المشهورين، لكن عوضًا عن ذلك.. ستتعرف على شخصيات من عامة الفيزيائيين التجريبين والنظريين وهم في قلب سباق الاكتشاف. إحدى الشخصيات المحبوبة في الفيلم هي مونيكا دنفورد، باحثة ما بعد الدكتوراة الأمريكية، كثيرة الكلام، والمرتدية دائمًا قبّعة صلبة، حاملة في يدها مفتاح رَبْط؛ لإصلاح قطع مصادم الهادرونات الكبير المعطوبة.

وهنا، يكون سماعك لوَصْف أحد كواشف الجهاز بأنّ ارتفاعه يبلغ خمسة طوابق شيئًا، وتكون رؤيتك لوجه دنفورد البشوش وهي تتحكم في الأمر برمته شيئًا آخر. كما يتعرض الفيلم لشخصية رئيسة أخرى، هي فابيولا جيانوتي، أحد الرموز الرئيسة بمختبر «سيرن»، التي كانت في طريقها لتصبح فيلسوفةً، لكنها أصبحت ـ بدلًا من ذلك ـ المتحدثة الرسمية باسم إحدى التجربتين الرئيستين اللتين أُجريتا للبحث عن جسيم هيجز في عام 2009.

يتبع خطَّ سَرْدٍ مُوَازٍ حفنةٌ من الفيزيائيين النظريين أثناء انتظارهم النتائج. يُعَدّ أكثرهم فصاحةً هو ديفيد كابلان، الفيزيائي الذي أنتج الفيلم. كابلان أيضًا هو مَنْ يتولى إدارة المحاضرين في شرحهم لجسيم هيجز أثناء المحاضرة الأكاديمية التي قُدِّمت لتوضح القواعد العلمية التي استند إليها الاكتشاف. يصوِّر كابلان نفسه وهو يقود سيارته في منتصف الليل، قاصدًا حضور احتفال في برينستون، نيوجيرسي، لكي يشهد الكشف عن الجسيم، ليخطئ مَخْرَج الطريق السريع من فرط شعوره بالإثارة. ويسرق منه نيما أركاني حامد الأضواءَ في عدة مواضع، إذ يتحدث هذا العالِم الإيراني المُشَتَّت الانتباه قليلًا ـ الذي دائمًا ما يرتدي قميص لعبة رجبي ذا خطوط حمراء وسوداء ـ عن هروب أسرته من الثورة الإيرانية، وعن السلوان الذي وفره له عِلْم الفيزياء. يقطع أركاني حامد معهدَ الدراسات المتقدمة في برينستون جيئةً وذهابًا في آخر الليل، ممثلًا بذلك كل الفيزيائيين والعلماء المتلهفين لسماع الأخبار الصادرة من مصادم الهادرونات الكبير.

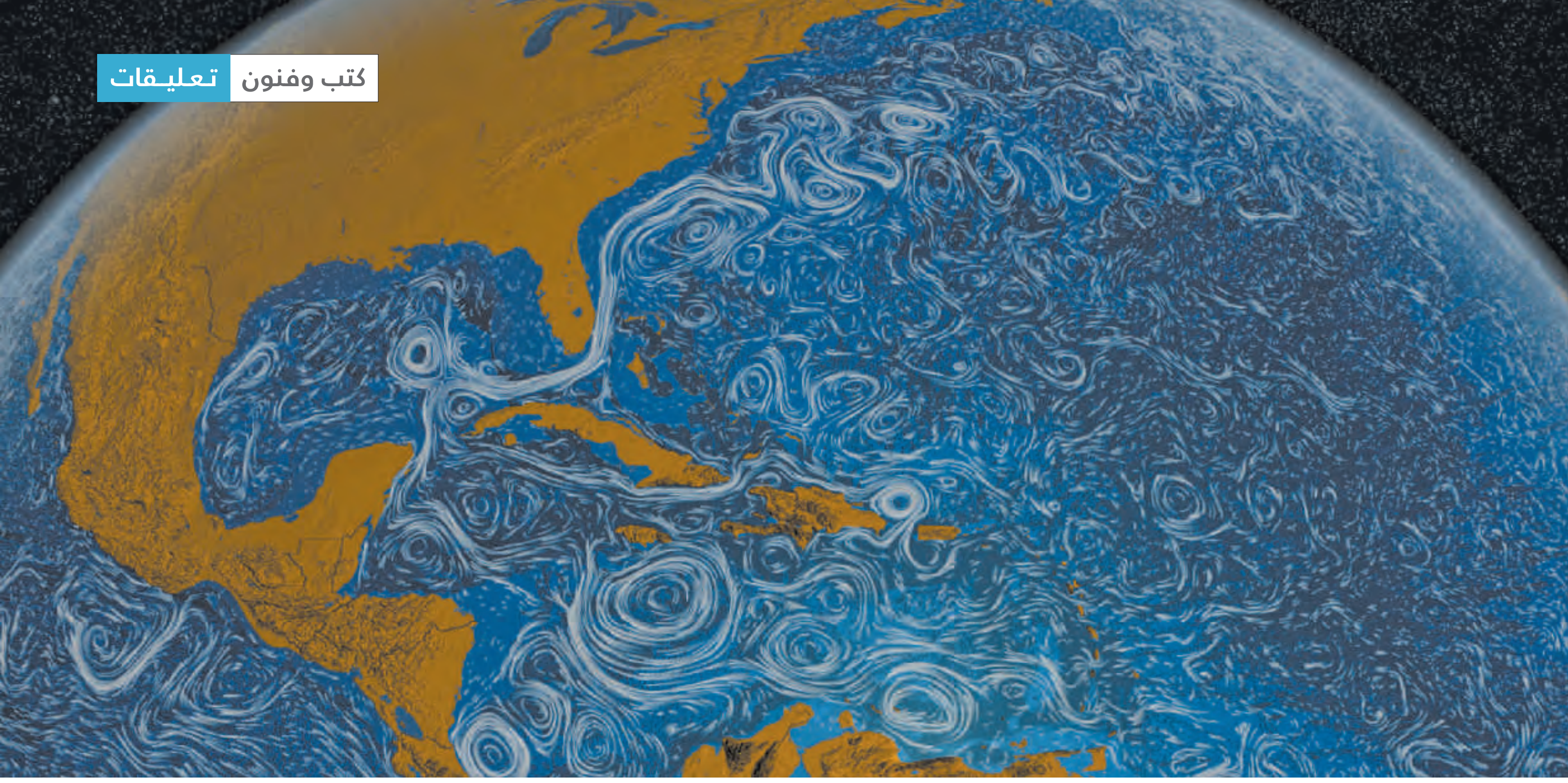
عاب الفيلمَ تلك الفقرة التي تضمنت الأفكار الجدلية حول إمكانية وجود عدد من الأكوان (نموذج الأكوان المتعددة). ومع بداية انسياب البيانات من مصادم الهادرونات الكبير، تبدأ بعض اللمحات المثيرة في الظهور، غير أن كتلة الجسيم ظلت غير واضحة في بداية الأمر. ويضع الفيلم كتلتين لجسيم هيجز في مواجهة بعضهما البعض، تمثل كل كتلة تفسيرًا ممكنًا.. إما أنه نموذج الأكوان المتعددة، أو أن لكل جسيم في الكون زوجًا خفيًّا «فائق التناظر». هذه الاستراتيجية تعكس التوتر بين التفسيرات الممكنة، لكنها تؤكد بشكل كبير على إمكانية أن تقدم كتلة معينة لجسيم هيجز الدعمَ لنموذج الأكوان المتعددة. وربما كان من الأفضل تركيز الانتباه ـ بدرجة أكبر ـ على المنافسة بين الفريقين الرئيسين بمصادم الهادرونات الكبير. هذه الدراما غير واضحة في الفيلم، حتى في مشهد الذروة الذي تكشف فيه جيانوتي ومنافستها في التجربة الثانية عن اكتشاف جسيم هيجز في ندوة لا تُنسَى.

هذا اعتراض طفيف بالطبع، فالإحساس بالدافع العلمي جَلِيّ في جميع أجزاء الفيلم. وحتى تغطية ندوة الاكتشاف كانت في تناولها جديدة، فبدلًا من الركض وراء مدير «سيرن» حول المدرج الذي تم فيه الإعلان، يعرِّفنا ليفنسون على سافاس ديموبولوس ـ عالِم الفيزياء النظرية بجامعة ستانفورد في كاليفورنيا ـ وهو يحاول أن يقنع حراس المدرج أن يفسحوا له الطريق؛ لكي يستطيع حضور هذه اللحظة التاريخية. كما نرى دنفورد ساكنة الحركة تمامًا أمام شاشة كمبيوتر، وعيونها مثبتة على فيديو البث الحي لجيانوتي، وهي تعلن عن اكتشاف جسيم هيجز. ثم تنطلق صرخة رضيع حديث الولادة في الممر الواقع خارج مدرج «سيرن»، شأنه شأن جسيم هيجز.. مولود يثير الجلبة والمتعة. ■

حُمّى الجسيم
إخراج مارك ليفنسون
عُرِض بشكل محدود في قاعات السينما، بدءًا من 5 مارس 2014.

أليكساندرا ويتز مراسلة «نيتشر» في بولدر، كولورادو.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



NASA/SVS

دوامات التيارات البحرية في المحيط من خلال تصوير لبيانات الأقمار الصناعية، قدمته وكالة «ناسا» في المعرض المقام بالمكتبة البريطانية.

إنفوجرافيكس

الحقيقة جـوهـر الجمـال

يستعرض **دانيال كريسي** أول معرض علمي بالمكتبة البريطانية في احتفائه بوسائل التعبير عن العلوم.

لقد تربّع إسحاق نيوتن طويلًا في مدخل المكتبة البريطانية بتمثاله الضخم الذي هو من أعمال النحات إدواردو بالاوزي، لكن مؤسسة لندن تستضيف الآن فقط معرضها العلمي الأول. يستعرض معرض «العلوم الجميلة» *Beautiful Science* محاولات فهم العالَم من خلال الرسوم والصور منذ القرن السابع عشر حتى الآن، معتمدًا على مجموعة الأرشيفات الضخمة المتوفرة لدى المكتبة الوطنية في المملكة المتحدة. يضم المعرض رسومًا من «سلسلة الوجود العظمى» *Great Chain of Being* للكيميائي روبرت فلاد، التي نشرها في عام 1617، والتي تسعى لشرح الكون، ابتداءً من النجوم إلى الحيوانات والخضروات والمعادن إلى مجموعة ضخمة من مخططات سيركوس الحديثة المستخدَمة لتصوير المعلومات الوراثية، وتسليط الضوء على العلاقات بين الأنواع.

تقول جوهانا كاينيويكز القائمة على المعرض: «يُعَدّ تصوير البيانات Infographics الآن عنصرًا رئيسًا في كل صحيفة في البلاد. من نواحٍ كثيرة، يبدو ذلك وكأنه ظاهرة جديدة». وتضيف قائلة: «الأمر الذي كنت حريصة على إبرازه حقًّا هو أن لهذا الأسلوب ـ في الواقع ـ تاريخًا عريقًا وجديرًا حقًّا بالاهتمام».

للرسوم قوّتها على عدة مستويات.. تقول كاينيويكز: «فالتمثيل المرئي للعلوم يمكن أن يزيد من إشراك كلٍّ من الزملاء الباحثين، والجمهور كذلك». ولعل الرسم البياني الأشهر في المعرض الدال على ذلك هو «وردة نايتنجيل»، الذي يعود تاريخه إلى الخمسينات من القرن التاسع عشر. كانت فلورنس نايتنجيل رائدة الطب الحديث قد أثبتت أهمية تحسين النظافة الصحية في المستشفيات، من خلال إظهار أنه أثناء حرب القرم فاق عدد الجنود البريطانيين الذين قضوا نتيجة سوء الصرف الصحي في المستشفيات عدد الذين قُتلوا منهم خلال عمليات ضد العدو. لقد غيّرت الصورة التي رسمتها نايتنجيل لتوضيح تلك النقطة «العلوم والطريقة التي تتم بها الأمور»، على حد قول كاينيويكز.

قد تكون محاولة وليام فار الفاشلة لتحديد سبب وباء الكوليرا في الفترة من 1848-1849 أقل تأثيرًا، لكنها ليست أقل إثارة للإعجاب. فقد أظهر مخططه الضخم «درجة الحرارة ومعدل الوفيات بلندن» العلاقة بين هذين المتغيرين في شكل رسوم بيانية دائرية. كان جون سنو الذي عاصر فار أكثر نجاحًا في استخدام الخرائط الوبائية لتحديد الكوليرا كمرض ينتقل عن طريق المياه، ومع ذلك.. يظل مخطط فار معلمًا بارزًا يوضح الصعوبات التي تكتنف محاولات اكتشاف السببيّة من خلال متاهات البيانات الضخمة. وفي نهاية المطاف، اقتنع فار بوجهة نظر سنو، جزئيًّا، بفضل عرض البيانات الذي قدمه سنو.

يبيِّن معرض «العلوم الجميلة» أن العرض الجيد للبيانات يظل باقيًا على مر الزمن. ومن الشواهد على ذلك.. ما قام به لوك هوارد عالِم الأرصاد الجوية الذي استحدث أسماءً لأنواع السحب الأساسية الثلاثة – القزع (cirrus)، والركامية (cumulus)، والطبقية (stratus). فرسمه لحالة الطقس المسجّلة في منزله في توتنهام بشمال لندن عام 1815 يُعْرَض جنبًا إلى جنب مع لوحة لبيانات الطقس من عام 2011، تشبهه إلى حد كبير. وقد تمّ إضفاء لمسة عصرية على تلك الأخيرة بإضافة تعليقات من شبكات التواصل الاجتماعية من قِبَل شركة التصاميم «كليفر فرانك» Clever°Franke في أوترخت بهولندا.

NATURE.COM
للحصول على فيديو عن هذا المعرض، انظر:
go.nature.com/cvy8r9

مع زيادة تعقيد البيانات العلمية، أصبحت الأساليب المطلوبة لتصوير تلك البيانات أكثر تعقيدًا كذلك. فجدول العلاقات بين الثدييات والأسماك والزواحف والقشريات وغيرها من الحيوانات ـ الذي أعده عالِم التطور النظري جان بابتيست لامارك في عام 1809 ـ يمكن فهمه بسهولة من قِبَل أي شخص يعرف أساسيات اللغة الفرنسية، بينما يتطلب الأمر تحليلًا أكثر من ذلك بكثير؛ لاستيعاب شجرة حياة الطيور التي نشرتها دوريّة «نيتشر» في عام 2012، والتي تُعرض بجانبه في المعرض. يكشف المعرض كيف يتعيّن على العلماء أخذ عرض البيانات على محمل الجد عند نقل الأفكار التي يَوَدُّون التعبير عنها. معظم القطع المعروضة تم رسمها وتلوينها يدويًّا، من خلال جهد كبير واضح. تقول كاينيويكز عن الأدوات المتاحة الآن لإنتاج الرسوم البيانية في برامج المعالجة: «إنها تلخص الحقائق في صورة سهلة ومفهومة».

العلوم الجميلة: تصوير البيانات
نظرة متعمقة ملهمة،
المكتبة البريطانية، لندن، حتى 26 مايو 2014.

إن علماء اليوم ـ مع تحرُّرهم من ضرورة تمثيل البيانات يدويًّا ـ يمكنهم الاستفادة من التفكير مليًّا في جمهورهم، والأفكار التي يريدون توصيلها إليهم على وجه التحديد، والكيفية التي يريدون اتباعها لتحقيق التواصل معهم. والرسم البياني الذي يُنشر في ورقة بحثية اليوم يمكن أن يظل في المكتبة البريطانية لسنوات عديدة تالية، ومن ثم يشكل جزءًا مما تطلِق عليه كاينيويكز «التراث البصري» للعلماء.

يذكّرنا المعرض بأنّ العلوم ما هي إلا تجسيد لأفكار جميلة، وأن النجاح يكمن في التوصل إلى الجانب الجمالي الذي يحافظ على جوهر الحقيقة وأناقة التعبير. ■

دانيال كريسي مراسل دورية «نيتشر» في لندن.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



RIA NOVOSTI/SPL

جيه دي برنال (الثاني من اليمين) ساعد في وضع تعريف لما يُسمَّى «علم العلوم»، بوصفه مبحثًا علميًّا.

نظرة إلى الماضي

الوظيفة الاجتماعية للعلوم

يقيِّم **روجر بيلكه جونيور** رائعة جيه. دي. بيرنال عن سياسات العلوم في الذكرى الخامسة والسبعين لتأليف الكتاب.

في عام 2011، أصدر السيناتور توم كوبرن ـ عضو مجلس الشيوخ الأمريكي عن الحزب الجمهوري في ولاية أوكلاهوما ـ تقريرًا، ركّز فيه على تقديم المساعدة لمؤسسة العلوم الوطنية الأمريكية؛ من أجل إضفاء مزيد من التطوير والتحسين على البحوث التي تجريها، والتي «يُمكن أن تُبدِّل من حياتنا، وتحسِّن أوضاعنا المعيشية، كما تسهم في تطوير فهْمنا للعالَم، وخلْق وظائف جديدة هادفة». ومن المثير للسخرية أن مطالب ذلك السيناتور المحافظ ـ التي تدعو إلى أن يتم التخطيط لإجراء البحوث العلمية بعناية، وأن تركز هذه البحوث على أهداف اجتماعية ـ يمكن العثور عليها مباشرة في كتابات جون ديزموند برنال، عالِم البلوريات الشيوعي ـ أيرلنديّ المولد ـ منذ خمسة وسبعين عامًا.

تجد تلك المطالب صداها بالكامل فيما دعت إليه آراء برنال في كتابه «الوظيفة الاجتماعية للعلوم» *The Social Function of Science* لعام 1939، الذي يعرض عملية تنظيم إجراء البحوث العلمية بشكل يتناسب مع العلوم ودورها الاجتماعي، إلى الحد الذي صارت فيه تلك الآراء في وقتنا الحاضر جزءًا من نسيج المناظرات الدائرة بشأن سياسات العلوم عبر الساحة السياسية. وقد رأى برنال أن الفائدة تتعدى كونها طموحًا، فهي الهدف المحوري من الأنشطة والمشروعات العلمية، والغاية المرجوة من دعم الدولة للعلوم.

كان برنال من بين أول مَن اعترفوا بأن جميع الالتزامات والإسهامات العامة هي في النهاية ذات طبيعة سياسية، على الرغم من أن رؤية برنال للعلماء بوصفهم مجموعة من البواسل الذين ينفرون لمقاومة السياسات الحزبية ربما تبدو الآن مُغْرِقة في السذاجة: «إن العالِم يرى الوضع الاجتماعي والاقتصادي والسياسي في صورة مشكلةٍ، مطلوب ـ في البداية ـ إيجاد حل لها، ثم تطبيق ذلك الحل، وليس في صورة معركة بين عدد من الشخصيات، والمِهَن، والمصالح المُكتسَبة».

كان برنال أوّل مَن قام بتجميع التقديرات والأرقام الخاصة بالإنفاق الحكومي الكبير على العلوم، قبل ظهور المقاييس الخاصة بإجمالي الناتج المحلي لأول مرة في أوائل الأربعينات من القرن الماضي بعدة أعوام. وبناءً على تلك التقديرات.. انتهى برنال بفطنته وبصيرته إلى أن الولايات المتحدة تُعدّ العُدّة، وتتأهب للقيام بدور قيادي طويل الأجل في المجالات العلمية. وفي عصرنا الحاضر يرتكز الكثير (إنْ لم يكن الكثير جدًّا) من المناقشات بشأن سياسات العلوم على ذلك النوع من الحسابات المعقدة. ومنذ خمسة وسبعين عامًا كان ذلك بمثابة منظور جديد تمامًا، يُمكن من خلاله رؤية الهدف من الأنشطة والمشروعات العلمية.

وُلد برنال في أيرلندا في عام 1901، وكانت العلامة البارزة في سنوات تكوينه الأولى نشوبَ الحرب العالمية الأولى، واندلاع الثورة الروسية في عام 1917، وكان لهذه الثورة ـ جنبًا إلى جنب مع الكساد العظيم الذي حدث فيما بعد في ثلاثينات القرن العشرين ـ وقْع سلبي دائم على رؤية برنال للرأسمالية، وموقفه تجاهها. وبعد حصول برنال على درجته العلمية في الرياضيات والعلوم من جامعة كمبريدج بالمملكة المتحدة في عام 1922، تَلَقَّى تدريبًا بعد التخرج في علم التصوير البلوري باستخدام الأشعة السينية (أشعة إكس) قبل الالتحاق بهيئة تدريس كمبريدج في عام 1927. أصبح برنال جزءًا من النخبة الفكرية التي تعتنق أفكار الجناح اليساري في بريطانيا،

> **الوظيفة الاجتماعية للعلوم.**
> جيه. دي. برنال،
> مطبعة جورج روتلدج وأبنائه، 1939.

وانضم إلى النادي العلمي الذي أسسه عالِم الحيوان سولي زوكرمان، والذي كان يُسمَّى باسم «توتس وكوتس» Tots & Quots (نسبة إلى الكاتب المسرحي الروماني تيرينس، ومقولته «*Quot homines, tot sententiae*»، ومعناها: «رجال كُثر، وآراء كُثر») مع عالِمَي الأحياء جوليان هاكسلي، وجيه. بي. إس هالدان وغيرهما. وقد أصبح زوكرمان كبير المستشارين العلميين الأوائل لبريطانيا في عام 1964.

بدأ برنال في كتابة مؤلَّفه «الوظيفة الاجتماعية للعلوم» في عام 1938، بعد أن «أصبحت له مكانة مميزة في المجتمع العلمي»، وفقًا لما قاله كاتب سيرته أندرو براون («حكيم العلوم» The Sage of Science، مطبعة جامعة أكسفورد، 2007). لم يكن برنال مطلقًا أول مَن تناول مسألة الصلة والارتباط ما بين العلم والمجتمع. فعلى سبيل المثال.. كان محور اللقاء الذي أجرته الجمعية البريطانية للعلوم في عام 1936 يدور حول فكرة «العلم والرخاء الاجتماعي». وفي عام 1937، أضافت الرابطة الأمريكية لتقدم العلوم من ضمن أهدافها «استكشاف مدى التأثير الشديد للعلوم على المجتمع». ومع ذلك.. فإن كتاب برنال قد أسهم في وضع تعريف لمبحث علمي جديد يمكن تسميته بعلم العلوم.

كان كتاب برنال مثيرًا للجدل في حينه، ويرجع ذلك إلى سببين: أولهما أن برنال كان يقدم رؤية للعلوم تتعارض بشكل مباشر مع مبدأ «العلوم البحتة» الذي كان يتضمن أنه من المُنتظَر من العلماء أن يتبعدوا عن الشؤون العامة. أما ثانيهما، فيتلخص في رؤية برنال للعلوم، وإعلانه أن العلم يحقق وظيفته الاجتماعية من خلال دعم مجتمع قائم على التخطيط المركزي، بل إنه قال صراحةً: «إن العلم هو الشيوعية»، واحتج في ذلك بأنّ الاتحاد السوفييتي «كان الدولة التي تتحقق فيها الوظيفة الحقيقية للعلوم».

ووسط المناظرات والمناقشات التي ثارت في الدوائر العلمية وغيرها، والتي وضعت التخطيط العلمي في مواجهة الحرية، وبالتحديد في الأساس المواجهة ما بين المواقف الاشتراكية وعَدُوّتها الرأسمالية، كانت الحجج التي ساقها برنال عادةً ما تختلط بدعمه للاتحاد السوفيتي، بل وتشجيعه في غالبية الأحيان. وفي إحدى المقالات التحريرية التي نشرتها دورية «نيتشر» في عام 1946، حاول الكاتب أن يتوصل إلى موقف وسيط، لكنه أخفق في ذلك إلى حد كبير.. «فرغم أننا نزعم أن تأثير العلم على المجتمع بصدد تحقيق أهمية كبيرة في وقتنا الحاضر بدرجة تتطلب دراسة مستمرة، من المؤكد أنها سوف تثمر في النهاية عن تخطيطٍ واعٍ، فإننا مقتنعون ـ بشكل مساوٍ ـ بأن العالِم هو الشخص الذي ينبغي السماح له بالقيام بعملية التخطيط تلك بالتشاور مع الآخرين. وفي هذه الحالة.. فإن حريته لا ينبغي عرقلتها، أو الحدّ منها» (*Nature* **158**, 565-567; 1946).

كان مايكل بولاني هو الخصم الفكري الأكبر لبرنال، عالِم كيمياء مَجَرِيّ، كان معارضًا للأفكار والمبادئ السوفيتية. وقد نشر بولاني في عام 1962 مقالة صحفية رائعة، بعنوان: «جمهورية العلوم: النظرية السياسية والاقتصادية» The Republic of Science: Its Political and Economic Theory (*Minerva* **1**, 54-73; 1962)، طرح فيها فكرة أن العلماء الأفراد الذين يسعون نحو الحقيقة قد قادوا البشرية إلى أفضل النتائج الاجتماعية وأكثرها كفاءة. ولا يمكن أن تكون أوجه التوازي بين هذه الأفكار وبين ما طرحه آدم سميث عن «اليد الخفية» التي توجه الاقتصاديات الرأسمالية قد حدثت بمحض الصدفة.

وقد استمرت تلك المناظرة ـ التي دامت لعقود ـ ما بين برنال، وبولاني في عديد من السياقات. فعلى سبيل المثال.. ثار جدل كبير في الولايات المتحدة في عام 1943 عندما طُرح

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

اتجاه أكثر تنظيمًا يؤيد الدعم الحكومي للعلوم، واقترح السيناتور هارلي كيلجور ـ الذي ينتمي إلى الحزب الديمقراطي في ولاية ويست فيرجينيا ـ إنشاء مكتب من أجل «تعبئة الموارد العلمية والفنية للأمة». وفي مُراسَلة لصحيفة «نيويورك تايمز» حذَّر كاتبها من أن ذلك الاقتراح المطروح بخصوص إخضاع العلوم لإدارة الحكومة وتوجيهاتها يمثل «بذرة كامنة لشكل من أشكال الشيوعية، التي تُعَدّ غريبة تمامًا عن المبادئ والمُثُل التي تناضل شعوبنا من أجل تأييدها ودعمها». وبعد الحرب العالمية الثانية، ردَّد المهندس فانيفار بوش أفكار بولاني، وأعلن تأييده لإتاحة الموارد العامة مع توفر قدر قليل من المسؤولية العامة، كان بوش هو الذي أشرف على التقرير الحيوي الذي صدر في عام 1945، تحت عنوان: «العِلْم: حدود بلا نهاية» «*Science —The Endless Frontier*» والذي تناول سياسات العلوم في الولايات المتحدة.

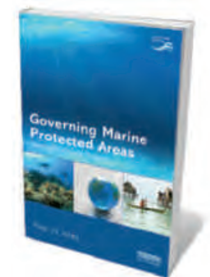
في أواخر الأربعينات من القرن الماضي، أخذت شمس المستقبل المهني لبرنال في الأفول، إثر تأييده لنظرية التحكم السياسي بالوراثة الزراعية، التي طرحها عالِم الزراعة الروسي تروفيم ليسينكو. ونالت تلك النظرية تقديرًا من الأوساط السياسية في الاتحاد السوفيتي، لكنها سرعان ما تعرضت للتكذيب والرفض من جانب علماء الغرب. وفي عام 1948، خاض برنال مناظرة ضد بولاني، أذيعت على أثير هيئة الإذاعة البريطانية (بي بي سي)، وألقى فيها بولاني الضوء على مدى القمع والتقييد الذي يتعرض له العلم في ضوء نظرية ليسينكو، كدليل على مدى العيوب الناتجة عن قيام الدولة بالتخطيط للعلوم. وقد كشف التحقيق الذي قامت به هيئة الإذاعة البريطانية لاحقًا عن أن تسعة من علماء الوراثة الروس قد أُعدِموا بسبب قيامهم بالتعبير عن آراء مغايرة أو بديلة لتلك النظرية. ونظرًا إلى دفاع برنال المتواصل عن نظرية ليسينكو، إضافة إلى النعي الذي يفيض حماسةً وإعجابًا، والذي نشره في رثاء ستالين في عام 1953 في مجلة «مودرن كوارترلي» *Modern Quarterly*، فقد أسهم ذلك في أفول نجمه من الساحة العلمية.

على الرغم من أن برنال قد خسر المعركة الفكرية التي خاضها بشأن سياسة الحرب الباردة، فإن أفكاره التي تختص بالوظيفة الاجتماعية للعلوم قد انتصرت على ما سواها من أفكار في جميع الحالات تقريبًا. وكان الأثر الأكبر والأكثر أهمية لكتاب «الوظيفة الاجتماعية للعلوم» أنه عجَّل وساعد في أن يتوارى مبدأ «العلوم البحتة»، ويتراجع إلى مصاف الخرافات والأساطير، وبشَّر ـ في الوقت ذاته ـ ببزوغ فجر عهد جديد، يُركِّز فيه العلم على تلبية احتياجات المجتمع التي يصفها العلماء والساسة في يومنا الحاضر بأنها «التحديات العظيمة» التي تواجه البشرية.

بعد مرور خمسة وعشرين عامًا على نشر الكتاب، أكّد برنال أن تلك الاحتياجات المجتمعية تتضمن تفكيرًا منطقيًّا ومنظمًّا بشأن العلوم ذاتها: «إننا بحاجة إلى استراتيجية بحثية، يجب أن تقوم على علم يختص بالعلوم نفسها». وفي زماننا الحالي، سواء أكان المتحدث سيناتورًا أمريكيًّا، أم رئيس وزراءٍ بريطانيًّا، أم حتى رئيسًا صينيًّا يُعبِّر عن وجهة نظره في أن العلم لا بد أن يكون في خدمة المجتمع، فالجميع يرددون تلك الأفكار العظيمة التي نادى بها برنال. وبعد مرور خمسة وسبعين عامًا على نشر الكتاب، فإن الإرث العظيم الذي تركه الرجل لا شك يتمثل في التأثير البالغ الذي تركه ذلك الكتاب الرائع على فكرة سياسات العلوم. ■

روجر بيلكه جونيور مدير مركز أبحاث سياسات العلوم والتكنولوجيا، وأستاذ الدراسات البيئية بجامعة كولورادو بولدر.
البريد الإلكتروني: pielke@colorado.edu

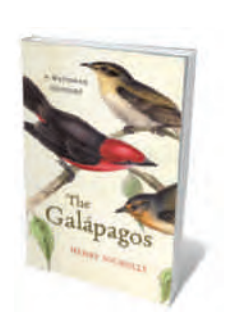
ملخصات كتب



إدارة المحميات البحرية: التكيُّف عبر التنوع

بيتر جيه. إس. جونز، روتليدج (2014)

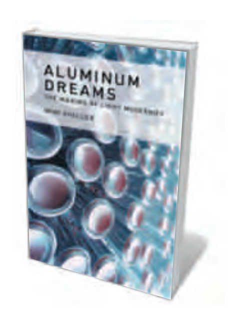
تغطي المناطق المحمية البحرية (MPAs) ـ وهي نطاقات من المحيطات، يتم فيها تحجيم النشاط البشري ـ أكثر قليلًا من 2% من مساحة محيطات العالم، رغم أن الهدف المتفق عليه عالميًّا، هو أن تبلغ مساحتها 10% بحلول عام 2020. وقد اكتشف كثيرٌ من العلماء أن الآلاف من هذه المناطق المَوْجُودة ليست أكثر من «محميّة على الورق». يقتحم الجُغْرافيّ بيتر جونز هذه المياه مُتَلاطِمَة الأَمْواج، ويستعرض ـ من خلال حوالي 20 دراسة حالة ـ كيف يمكن أن نتحكم في مناطق المحميّات البحرية بكفاءة، أو العكس. ويخلُص جونز بأسلوب مقنع إلى أن تنوُّع الحوافز ـ بدءًا من الحوافز الاقتصادية إلى الاجتماعية ـ ضروريٌّ مثل تنوع الأنظمة الإيكولوجية المُصَمَّمة للحفاظ على المحميات البحرية.



جالاباجوس

هنري نيكولز، بروفايل بوكس (2014)

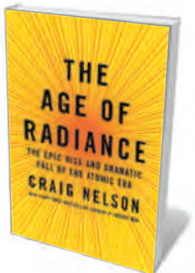
بدءًا من الصرخات الحزينة لغربان البحر زرقاء القدم إلى اندفاع المياه الذي تسببه سحالي «الإيجوانا» أثناء العوم، تظل جزر جالاباجوس على فِطرِيّتها وطبيعتها، لكن إلى متى؟ يبحر هنري نيكولز، في ذلك المعمل الحي لداروين في التاريخ الطبيعي والبشري، من الجيولوجيا، وعلم المحيطات، وعلم الأَحياء البحرية إلى الأنواع البرية المستوطنة للجزر، وبشكل خاص.. العدد المتنامي للسكان من البشر. وعَبْر الكتاب، ينسج نيكولز الروايات ذات التأثير، مثل تأملات داروين الملهِمَة عن التضاريس الجيولوجية والحياة السمكية التي واجهها الغواص الرائد ويليام بيبي. ويُعَدّ الكِتَاب موجَّهًا إلى عشاق العالَم العلمي للجُزُر، مزودًا بالصورة الكبيرة المؤثرة.

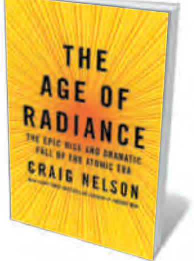


أحلام الألومنيوم: صناعة الحداثة الخفيفة

ميمي شيللر، مطبعة ماساتشوستس (2014)

لقد دفَع البشريةَ إلى اقتحام الجو والفضاء، وأحدث تحويلًا في الاتصالات، وغذَّى آلات الحرب. إنه الألومنيوم، الذي التحم بعالم الصناعة بدخوله في صناعة الطائرات، والكبسولات الفضائية، والأقمار الصناعية، والقنابل، ورقائق الفويل المستخدَمة في الخَبْز. تكشف هذه الدراسة الثقافية المتألقة لميمي شيللر كيف اكتشف الكيميائي الأمريكي الشاب تشارلز مارتين هال، ونظيره الفرنسي بول هيرولت ـ في وقت واحد ـ إنتاج الألومنيوم بعملية التحليل الكهربائي في عام 1886؛ وكيف حفَّزت إمكانياته المصممين، نظرًا إلى خفة وزنه، ولكونه مصقولًا، وكيف تستمر المشكلات الاجتماعية والبيئية الناجمة عن استخراج خام البوكسايت Bauxite وصهر الألومنيوم.





عصر الإشْعَاع: الصعود الملحمي، والسقوط المأساوي للحقبة الذَّرِّيَة

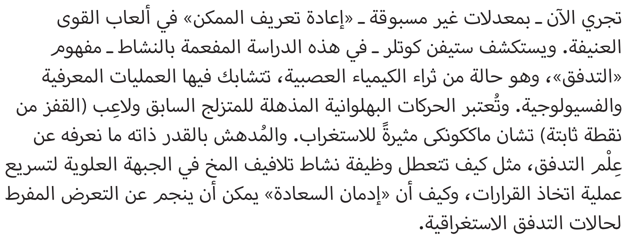
كريج نيلسون، سكربينر(2014)

تنتشر بوفرة المجلدات المتناوِلة لكل ما يتعلق بالذرة، بدءًا من اكتشافات علماء الفيزياء الرواد إلى الحوادث النووية وتفكيك الترسانات النووية. يجدل كريج نيلسون الخيوط في سجل تاريخي شامل، يُعَدّ أيضًا رثاءً ساخرًا لعصر ينحسر. وبدايةً من اكتشاف فيلهلم رونتجن للأشعة السينية، يعرض نيلسون لنا الطليعة الرائعة من الفيزيائيين، بدءًا من ليز مايتنر إلى ليو زيلارد، ويقدم قراءة بارعة لهيروشيما وناجازاكي، ويمر بنا عبر اختبارات الأسلحة، والحرب الباردة، وفوكوشيما، وبقية رحلتنا الطويلة في محاولة «الحياة مع اللعنات المباركة».



صعود الرجل الخارق: فك شفرة علم الأداء البشري الأمثل

ستيفن كوتلر، نيو هارفست (2014)



تجري الآن ـ بمعدلات غير مسبوقة ـ «إعادة تعريف الممكن» في ألعاب القوى العنيفة. ويستكشف ستيفن كوتلر ـ في هذه الدراسة المفعمة بالنشاط ـ مفهوم «التدفق»، وهو حالة من ثراء الكيمياء العصبية، تتشابك فيها العمليات المعرفية والفسيولوجية. وتُعتبر الحركات البهلوانية المذهلة للمتزلج السابق ولاعِب (القفز من نقطة ثابتة) شان ماككونكى مثيرةً للاستغراب. والمُدهش بالقدر ذاته ما نعرفه عن عِلْم التدفق، مثل كيف تتعطل وظيفة نشاط تلافيف المخ في الجبهة العلوية لتسريع عملية اتخاذ القرارات، وكيف أن «إدمان السعادة» يمكن أن ينجم عن التعرض المفرط لحالات التدفق الاستغراقية.

مراسلات

شاشات arXiv تكشف الأوراق البحثية المزيفة

على عكس البحوث عديمة النفع التي يتم إنتاجها عن طريق الكمبيوتر في بعض الخوادم المراجَعة علميًّا (انظر: Nature http://doi.org/r3n;2014)، فإن المسودات البحثية البالغ عددها نحو 500، التي يتم استلامها يوميًّا عن طريق arXiv المستودع الآلي، لا يتم فرزها مسبقًا يدويًّا، لكن ربما يكون التقييم الآلي في بعض الأحيان أفضل من الجهد البشري في تطبيق المعايير.

تتضمن عمليات الفرز الآلي للقيم الشاذة في خادم arXiv تحليل التوزيع الاحتمالي للكلمات ومجموعاتها؛ لضمان وقوعها في أنماط تتسق مع فئات الموضوع القائمة بالفعل، الأمر الذي يفيد في فحص تصنيفات الموضوع الذي يقدمه المشتركون، فضلًا عن مساعدته في الكشف عن المحتويات غير البحثية.

تتسم الأوراق البحثية المزيفة التي يتم إنتاجها عن طريق برنامج SCIgen ـ على سبيل المثال ـ «بلهجة محلية» يمكن التقاطها عن طريق تحليل بسيط باستخدام تطبيق لدراسة الأسلوب اللغوي Stylometry (انظر: J. N. G. Binongo *Chance* **16**, 9-17; 2003)؛ فالكلمات الأكثر تكرارًا في النصوص الإنجليزية (كلمات التوقف، مثل: "the", "of", "and") ترمز إلى خصائص أسلوبية مستقلة عن المحتوى. وفي المتوسط تتبع هذه الكلمات تصنيفًا تقعيديًّا power-law distribution يتضح حتى في الكميات القليلة من النص. ومن ثم، فإن وجود انحرافات ذات دلالة يشير إلى وجود قيم شاذة.

يمكن رؤية الأثر في الرسوم البيانية لتحليل المكون الرئيس (انظر: «المجموعات المزيفة»). إن المقالات التي يتم إنتاجها عن طريق الكمبيوتر تكون مجموعات مُحكمة منفصلة تمامًا عن المقالات التي يؤلفها البشر.

بول جينسبيرج جامعة كورنيل، أيثاكا، نيويورك، الولايات المتحدة الأمريكية.
ginsparg@cornell.edu

المجموعات المزيفة

الأوراق البحثية عديمة النفع التي يتم إنتاجها عن طريق برامج معينة، مثل SCIgen، وMathgeng، تتجمع بشكل منفصل بعيدًا عن الأوراق البحثية arXiv المنتجَة بشريًّا عند تحليلها لتحديد الخصائص الأسلوبية للكلمات.

إنهاء التدخل في التعليم في نيبال

إن تَرَاجُع الحكومة النيبالية في فبراير الماضي عن التدخل السياسي في المجال الأكاديمي (*Nature* **506**, 279; 2014) زاد من الآمال في أن تتم التعيينات بالمناصب العليا بالجامعات عن طريق لجان غير مُسَيَّسَة من الباحثين. وتتضمن هذه الخطوة أن يتم اختيار أكاديميين مرموقين على أساس الكفاءة، بعيدًا عن الانتماءات السياسية. وسوف يساعد هؤلاء الأفراد على جذب تمويلات للتعليم والبحث العلمي، هُم في حاجة ماسّة إليها.

تحتاج الحكومة النيبالية إلى خلق نظام تعليمي خالٍ من التدخل السياسي والمحسوبية؛ فأبناء هذا الوطن من العلماء الشباب لن يعودوا من الخارج إلا في حالة توافر بنية تحتية ملائمة تمكِّنهم من توظيف مهاراتهم وتحقيق طموحاتهم في مجتمع يقوم على الاستحقاق والجدارة.

كوش ب. نيوبين جامعة تفتس، ميدفورد، ماساتشوستس الولايات المتحدة الأمريكية
koshalnp@hotmail.com

أبعد من القيمة الاحتمالية

إن الصحة الإحصائية لنتائج الدراسات يجب أن تتجاوز النظر إلى القيمة الاحتمالية بمفردها (R. Nuzzo *Nature* **506**, 150-152; 2014).. لقد أصبح لدينا الآن في عصر المعلومات الضخمة العديد من المقاييس الحيوية المتاحة لتقييم مدى احتمالية أن تكون النتائج إيجابية صحيحة.

تم استخدام هذه المقاربة الشاملة منذ زمن طويل من قِبَل المتخصصين في علم الأوبئة؛ لمواجهة المخاوف المتعلقة بالانحياز والسببية، وذلك على سبيل المثال.. في بحوث المكونات المحتملة للمسارات الافتراضية المسبِّبة للمرض (L. H. Kuller *et al*. *Am. J. Epidemiol.* **178**, 1350- 1354; 2013). تمثل معايير هيل إحدى طرق استنتاج الترابط السببي. وتسعى هذه الطريقة إلى الربط بين عديد من العوامل، مثل الاستجابة للجرعة، والوضعية المؤقتة، والتعرض للمرض (A. B. Hill *Proc. R. Soc. Med.* **58**, 295-300; 1965).

إن التقدم الذي يشهده علم الجينوم وعلم بيولوجيا الأنظمة يعزِّز من قدرتنا على إجراء مثل هذه البحوث؛ حيث أصبح بإمكاننا الآن تحديد ما إذا كانت النتائج تعمل في سياق نمط جيني معين، أو أنها تتناسب بيولوجيًّا مع مسارات أو شبكات مقبولة ظاهريًّا، مثلما حدث عند إعادة تقييم النتائج الخاصة لدراسة في مجال الترابط على المستوى الجيني عن التصلب المتعدد (International Multiple Sclerosis *Am. J. Hum. Genet.* **92**, 854-865; 2013).

آني لويز بونسونبي معهد موردوخ لبحوث الأطفال باركفيل، فيكتوريا، أستراليا.
anne-louise.ponsonby@mcri.edu.au
تيرنس دوير الوكالة الدولية لبحوث السرطان ليون، فرنسا

مكافحة الفيضانات على نطاق عالمي

أحدثت «نماذج الرفع الرقمي الدقيقة» DEMs المصمَّمة باستخدام الليدار المحمول جوًّا تحوُّلًا في تصميم نماذج للفيضانات الإقليمية والتنبؤ بها؛ فعلى النطاقين القارِّي والعالمي تأتي أفضل النماذج من صور الأقمار الصناعية، وتكون بسيطة للغاية، لدرجة تسمح بمحاكاة الفيضان، فضلًا عن مخاطرها المرتبطة بالصحة العامة والتدوير الجيوكيميائي الحيوي وبيئة الأراضي الرطبة. ومن ثم، فإننا نرجو أن يتعاون قطاع الصناعة والحكومات ووكالات المساعدات الإنسانية لدعم تطوير «نموذج رفع رقمي» عالمي يتمتع بمستويات أعلى من الدقة.

إن «نماذج الرفع الرقمي» العالمية الحالية غير قادرة على تحليل تفاصيل الملامح التضاريسية التي تتحكم في الفيضانات. ويمكن تصميم خرائط أكثر فاعلية متعلقة بمخاطر الفيضانات عن طريق الحصول على صور مجسمة عالية الدقة من الأقمار الصناعية، بالإضافة إلى أحدث التطورات في بناء نماذج الفيضانات باستخدام أجهزة الكمبيوتر العملاقة. وبحلول عام 2050، يُتوقع أن تبلغ الخسائر السنوية على مستوى العالم جرّاء الفيضانات تريليون دولار (S. Hallegatte *et al*. *Nature Clim. Change* **3**, 802- 806; 2013). إن استخدام «نموذج الرفع الرقمي» على نطاق عالمي سيكون له أثر بالغ على النواحي المالية (مثل إعادة التأمين ضد الفيضانات)، والخدمات الإنسانية (مثل الإغاثة من الكوارث)، والبحث العلمي.

أما «نموذج الرفع الرقمي» العالمي المتطور، فسوف يستفيد من بيانات الليدار الموجودة وصور الأقمار الصناعية المجسمة. وسوف يتم الحصول على بيانات رفع الليدار الجديدة من على متن طائرات الإغاثة من الكوارث، أو من على الطائرات التي تطير بدون طيار، المنتشرة فوق السهول الفيضانية. ومن ثم، فإن تكلفة هذه العملية سوف تكون أقل بكثير من تكلفة أغلب مهمات الأقمار الصناعية.

جاي شومان* مختبر الدفع النفاث بوكالة «ناسا» باسادينا، كاليفورنيا الولايات المتحدة الأمريكية
guy.j.schumann@jpl.nasa.gov
*بالإنابة عن أربعة مُوَقِّعِين مشاركين. وللإطلاع على القائمة الكاملة؛ انظر: go.nature.com/j1pchz

تهيئة الأدوات الحالية؛ لمعالجة البيانات الكبيرة

للتعجيل باكتشاف العلامات البيولوجية للأمراض وعلاجها، علينا أن نطور طريقة سريعة بتكلفة أقل لمعالجة مجموعات البيانات الطبية الضخمة التي تتوافر الآن بصورة متسارعة، وتخزينها، واستخدامها (انظر، على سبيل المثال: *Nature* **506**, 144- 145; 2014).

بحلول عام 2015، من المرجح أن يقوم أي طراز نموذجي لمستشفى بإنتاج 665 تيرابايتًا من البيانات سنويًّا (للمقارنة،

يحتوي أرشيف شبكة الإنترنت الخاص بمكتبة الكونجرس الأمريكي على أقل من 500 تيرابايت). ويمكن استخدام هذه المعلومات لدراسة وتحليل العلاج - على سبيل المثال.. لمرض السل، وللسكتة الدماغية - ولتقليل نفقات الرعاية الصحية.

لمعالجة هذه البيانات الكبرى بفاعلية (انظر أيضًا؛ *Nature* **498**, 255- 260; 2013)، فإننا بحاجة إلى تهيئة المعلومات الكلاسيكية من خلال أدوات معالجة البيانات. ويُبْرِز أحد التحدِّيات الحسابية كيفية معالجة الكَمّ الضخم من المادة المفصلة لدى توافرها، دون التضحية بالمعلومات. ثمة تحدٍّ آخر، وهو أن البيانات في الغالب تمثل عمليات فسيولوجية تتغير خصائصها بمرور الزمن.

الأساليب المتبعة حاليًا غير لائقة لتحليل المعلومات التي يتم جمعها من أجهزة الاستشعار المختلفة، مثل الأوصاف متعددة الأبعاد التي يتم جمعها عن طريق جهاز التخطيط الكهربائي للدماغ، أو الرنين المغناطيسي الذي يقوم بتصوير التفاعلات بين مناطق المخ.

إيرفين سِجْدِك جامعة بيتسبرج، بنسلفانيا الولايات المتحدة الأمريكية.
esejdic@ieee.org

التركيز على الأسئلة، وليس الفرضيّات

أزعم أن إصرار المعاهد القومية للصحة بالولايات المتحدة الأمريكية على المشروعات القائمة على الفرضيات في الخطط البحثية المقدَّمة للحصول على مِنَح ربما يسهم في وجود تقارير بحثية غير قابلة لإعادة الإنتاج (انظر: F. S. Collins and L. A. Tabak *Nature* **505**, 612- 613; 2014).

لقد أكد إسحاق نيوتن على حقيقة أن «الفرضيات ليس لها مكان في الفلسفة التجريبية»، وكرَّر عالِم الرياضيات روجر كوتس هذا الرأي قائلًا: «هؤلاء الذين يضعون الفرضيّات في مقام المبادئ الأولى في تأملاتهم، ربما يشكِّلون ـ في الحقيقة ـ رومانسية عبقرية، لكنها ستظل مجرد رومانسية»، (في I. B. Cohen *Introduction to Newton's Principia*; iUniverse, 1999).

هذه الانتقادات تعي المخاطرة في أن يقوم العلماء بتصفية البيانات من خلال فرضياتهم، مستبعدين النتائج التي لا تثبِت صحة الفرضيات، كدليل على فشل التجربة، وليس كدليل على خطأ الفرضية.

يجب على معايير التمويل الخاصة بمعاهد الصحة القومية أن تضمن ـ بدلًا من ذلك ـ أن سؤال البحث المتصل بالموضوع مطروح بالفعل، وأن المتقدِّم للمنحة يمتلك من الوسائل ما يُمَكِّنه من الإجابة على هذا السؤال. (انظر: D. J. Glass *Experimental Design for Biologists*; Cold Spring Harbor Laboratory Press, 2006).

ديفيد جلاس معاهد نوفارتس لبحوث الطب الحيوي كمبريدج، ماساتشوستس الولايات المتحدة الأمريكية.
David.glass@novartis.com

نشر نتائج من الحوسبة التطوعية

في مناقشتكم لتراجع المشاركة في مشروعات الحوسبة التطوعية (*Nature* **506**, 16-17; 2014)، أهملتم ذكر الدافع الأهم على الإطلاق، ألا وهو الإسهام في التقدم العلمي. وعلى سبيل المثال.. كشفت مراجعة المشروعات المكتملة لشبكة المجتمع العالمي لبحوث الطب الحيوي ـ التابعة لشركة IBM ـ عن سجل سابق باهت في الإنتاج العلمي (انظر: go.nature.com/fkheej) أن أربعة من ستة عشر مشروعًا من هذه المشروعات لم تصدِر بعد أيّ مطبوعات، رغم الانتهاء من أول مشروع منذ أكثر من خمس سنوات. وهناك مشروعات أخرى لم يصدر عنها سوى منتج واحد لم يتم تحكيمه علميًّا، مثل فصول في كتاب، أو مطبوعات مؤتمر. أما المطبوعات التي تم تحكيمها علميًّا، فإن العديد منها ركز فقط على الجانب التقني من الحوسبة التطوعية، دون تحليل نتائجها.

إن المحافظة على استمرارية مشروعات الحوسبة التطوعية تقتضي تذكير الباحثين بأن الحصول على الدعم العام والثقة الجماهيرية يتم من خلال إبلاغ النتائج بصورة احترافية في الوقت المناسب، وإلّا فإن الألقاب والشارات الموجودة على الإنترنت لن تتجاوز كونها حلوى افتراضية.

هيرمان تسي جامعة هونج كونج هونج كونج.
htse@hku.hk

تدشين خطط لمكافحة الأمراض المهمَلة

تنتقد ماري موران خطط منظمة الصحة العالمية لمعالجة الأمراض المهمَلة في الدول النامية (*Nature* **506**, 267; 2014)، لكن أطروحتها مضلِّلة وتقوم على التقليل من شأن الجهود الدولية لإصلاح نظام البحث والتطوير R&D الذي يعاني فشلًا في معالجة الاحتياجات الصحية لشعوب هذه الدول.

بعد عشر سنوات من الجهود المتواصلة من قِبَل الدول الأعضاء بمنظمة الصحة العالمية، تَقَدَّم فريق عمل الخبراء الاستشاريين ـ المعنيّ بتمويل وتنسيق نظام البحث والتطوير ـ باقتراح إطار عمل؛ لمعالجة أوجه القصور التي يعاني منها هذا النظام. يهدف هذا الإطار إلى تطوير وتنسيق الابتكار القائم على الاحتياجات، وآليات التمويل المستدام، وطرق وصول المرضى إلى التقنيات الصحية.

تؤكد موران على نجاح عمليات نقل عقاقير الأمراض المهمَلة من المنشأ إلى المستهلك؛ على الرغم من أنه في السنوات العشر الماضية لم تحظ الأمراض المهمَلة سوى بنسبة 4% فقط من إجمالي العقاقير والأمصال الجديدة، و1% من كافة المركبات الكيميائية الجديدة، التي لم يكن من بينها ما يناسب 17 مرضًا مداريًّا مهملًا (B. Pedrique *et al. Lancet Glob. Health* **1**, e371-e379; 2013).

إن التمويل المتزايد والتنسيق الأفضل سوف يكون لهما دور إيجابي، لكن ما نحتاجه بالفعل هو وجود حافز عالمي أكبر لنظام البحث والتطوير القائم على الاحتياجات.

لتلبية معايير فريق العمل، فإن المشروعات التجريبية لمنظمة الصحة العالمية لا تزال بحاجة إلى تنسيق أفضل، والارتقاء بالبحث العلمي إلى أعلى مستوياته، والتوصيل السريع للأدوات المتعلقة بالصحة. ولن يتحقق ذلك.. إلا عن طريق تعزيز القدرات، واختبار التمويل المبتكر أو المشترك، وبناء مقاربة للمعرفة المفتوحة، والفصل بين تكاليف نظام البحث والتطوير من جانب، والسعر النهائي للمنتجات من جانب آخر.

بيرنارد بيكول مبادرة عقاقير لمكافحة الأمراض المهمَلة جنيف، سويسرا.
bpecoul@dndi.org
مانيكا بالاسيجارام أطباء بلا حدود جنيف، سويسرا.

طفيليات القناة الهضمية القاتلة لدى الأطفال

لم يتمكن التطعيم ضد مرض خَفِيّات الأبواغ *cryptosporidiosis* ـ وهو مرض فتّاك يصيب الأطفال في الدول النامية، بسبب الطفيليات وحيدة الخلية ـ إلا من تحقيق نجاح محدود (P. Hotez *Health Affairs* **30**, 1080-1087; 2011). وتبقى النظافة الشخصية حلًّا أفضل؛ لتجنب الإصابة بهذا المرض وغيره من الأمراض المعوية في هذه الأماكن.

وفي ظل نقص التمويل، فالمزيد من الاستثمار في البحوث الأساسية لا يمثل الحل الوحيد (انظر: B. Striepen *Nature* **503**, 189-191; 2013). إن مضاعفة الجهود؛ لزيادة التدخلات المعروفة بفاعليتها ربما تؤدي إلى نتائج سريعة وملموسة وفعالة من حيث التكلفة. أما أهم المكاسب على الإطلاق، فسوف يتم تحقيقها من خلال التعليم، إلى جانب تصميم ونشر وإنشاء أنظمة صرف صحي ومياه محمولة مناسبة داخل المناطق المتضررة.

بريندون كينج، وبول مونيس مركز جودة المياه بأستراليا، أديليد، أستراليا.
Brendon.king@sawater.com.au

حرِّروا الأنظمة من أجل التمويل والاستشارة

كرئيس لرابطة العلماء بنيوزيلندا، أؤيد مبادئ بيتر جلاكمان لتقديم المشورة العلمية الفعالة للحكومات (*Nature* **507**, 163- 165; 2014). إن المستشارين العلميين ـ كما يشير جلاكمان ـ ربما يواجهون صراع المصالح، إذا انشغلوا بإدارة تمويل البحث العلمي العام.

جلاكمان هو المستشار العلمي الأول لرئيس وزراء نيوزيلندا، وقد ترأس الهيئة التي قامت في العام الماضي بتحديد تحدِّيات العلوم الوطنية. لعب جلاكمان دورًا فعالًا في نشر والدفاع عن آلية التمويل الجديدة؛ لتحقيق هذه الأهداف (انظر: go.nature.com/cmgkx1).

وتضطلع الأهداف التي أشارت إليها الحكومة بوضع استراتيجية التمويل الافتراضية للعلوم بنيوزيلندا في العقد القادم وما يليه (انظر، على سبيل المثال، go.nature.com/srrtym).

ينتاب المجتمع العلمي حالة من القلق الواضح بشأن صراع المصالح، وانعدام الثقة الملازمَين للجمع بين هذه الأدوار. ويكمن سبب هذه المخاوف في إمكانية أن تتسبب التحديات في استبعاد العلوم الممتازة، التي لا تتناسب مع الأهداف. ثمة قضية أخرى، تتمثل في وجود تصور لدى الباحثين الماوْرِيِّين Maori researchers بأن عمليات تحديد التحديات الوطنية قد هَمَّشَتْ مشاركاتهم بشكل كبير.

من المأمول أن تقدم مبادئ جلاكمان العشرة العونَ في المستقبل على فصل الاستشارة العلمية عن أنظمة التمويل، وأن يقوم البيان الوطني للاستثمار العلمي بمعالجة أجندة البحث العلمي الأكثر شمولية (الأمر الذي يأتي على الدرجة نفسها من الأهمية).

نيكولا جاستون رابطة علماء نيوزيلندا، ويلنتون، نيوزيلندا.
president@scientist.org.nz

أبحاث

أنباء وآراء

علم الأعصاب

أحـــدث أنبـــاء التحديث البصـــري

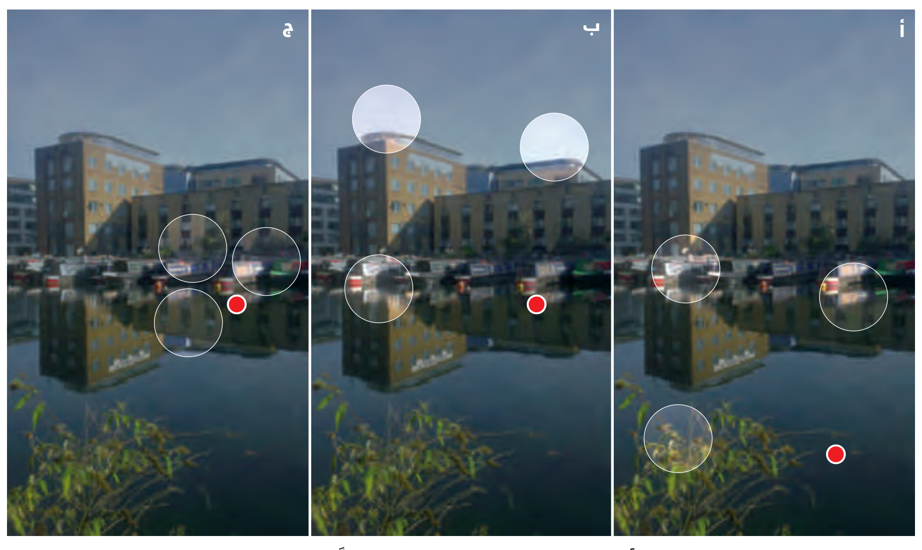
تخلق أدمغتنا منظرًا مستقرًّا للعالم من حولنا، رغم أن أعيننا لا تتوقف عن التنقل بين شتى الاتجاهات. وثمة دراسة عن الكيفية التي ربما يعوّض فيها الدماغ عن حركات العين، وتكشف مفاجأة غير متوقعة في آلية استقرار الرؤية.

جون إيه. أساد

إنّ الرؤية هي أكبر مُخادِع.. فعلى الرغم من أن المَشاهِد أمام أعيننا تبدو واضحة ومليئة بالتفاصيل، إلا أن الجزء من العين المخصَّص للرؤية عالية الدقة ـ اللطخة الصفراء ـ يمكنه أن يغطي فقط شريحة ضيقة من الحيز البصري – أكبر قليلًا من عرض إبهامك مرفوعًا على بُعْد ذراع من عينك. تبدو الرؤية مليئة بالتفاصيل، لأننا نحرك أعيننا بشكل مستمر، ونسبر بدقة ـ مستخدمين اللطخة الصفراء عالية الدقة ـ المشهدَ الكائن أمامنا. تحدُث الرَّمشات ـ وهي حركات اختلاجية سريعة في العينين ـ عدة مرات في الثانية الواحدة، معطيةً معلوماتٍ لتغطي الضبابية الإدراكية في المحيط البصري.

ورغم هذه الحركة الدائمة للعينين، فما يثير العجب.. كيف يبدو العالَم البصري مستقرًّا. تستجيب الشبكية حالما "ينزلق" المشهد البصري على سطحها، ولكن لا يمكنها التمييز بين وميض المشهد أمام العين (مثلًا، قطارٌ يمر عابرًا بسرعة على سكة حديد)، وبين تعجُّل العينين في الحركة عبر المشهد. إن الدماغ هو الذي يُولِّد حركات العين، وبالتالي يمكنه أن يقوم بالتعويض إدراكيًّا عن الرَّمشات[1]. وفي هذا العدد، يشرح زيرنساك وآخرون[2] كيف يمكن لهذا التعويض أن يحدث.

في عام 1992، اقترح عالِم الأعصاب مايكل جولدبرج وزملاؤه آلية عصبية محتملة للتعويض عن حركة العين[3]. قام هؤلاء الباحثون بدراسة القشرة الجدارية الوحشية لقرد الماكاك، وهو جزء من الدماغ يخدم كجسر وَصْل بين الرؤية وحركات العين. تمتلك الخلايا العصبية الجدارية ـ كباقي الخلايا العصبية البصرية ـ مجالا استقباليًّا، وهو جزء محدّد من المجال البصري، وعبره تقوم المحرِّضات البصرية بتفعيل استجابات كهربائيّة (الشكل 1). تُعرَّف مجالات الاستقبال هذه من خلال علاقتها بموضع التثبيت (وهو النقطة من الحيز البصري، التي تركز عليها اللطخة الصفراء عندما تكون العين ثابتة)، وغالبًا ما تعتبر ثابتة مكانيًّا، نسبةً إلى موضع التثبيت، عاكسةً المعلومات المتصلة والمتقاربة المُدْخَلَة إلى الخلايا العصبية، التي نشأت أساسًا من الشبكية. لذا.. ففي حال تغيُّر موضع التثبيت بسبب رَمشة، يجب على مجالات الاستقبال أن "تنتقل" أيضًا وبشكل ثابت بالنسبة إلى موضع التثبيت.



الشكل 1 | حركة مجالات الاستقبال. أ. تمتلك الخلايا العصبية الجدارية مجالًا استقباليًّا، وهو جزء محدد من المجال البصري، وعبره تقوم المحرِّضات البصرية بتفعيل استجابات كهربائية. تُعرَّف مجالات الاستقبال هذه من خلال علاقتها بموضع التثبيت، وهو النقطة من الحيز البصري التي تركز عليها اللطخة الصفراء، والتي تزودنا بالرؤية عالية الدقة. وهنا تظهر مواقع مجالات الاستقبال الثلاثة عندما تكون اللطخة الصفراء مثبتة على الدائرة الحمراء. **ب.** بعد أن تحدد اللطخة الصفراء التثبيت على نقطة جديدة، تنتقل مجالات الاستقبال بما يتناسب مع موقع التثبيت الجديد. كانت الدراسات السابقة تشير إلى أن مجالات الاستقبال تنتقل إلى المواقع الجديدة، قبل أن تتحرك العينان، وهو ما يُعرف بإعادة رسم الخريطة التنبؤي. **ج.** يقول زيرنساك وآخرون[2] إن مجالات الاستقبال تنتقل إلى نقطة التثبيت القادمة، عوضًا عن مواقع مجال الاستقبال المستقبلية.

وعمومًا، فإن جولدنبيرج وزملاءه اكتشفوا اكتشافًا مهمًّا، هو أن مجالات الاستقبال الجدارية تكون أكثر مرونة قرب الوقت الذي تحدث فيه الرمشة: عندما قامت القرود بالرمش إلى درجة معينة على شاشة الكومبيوتر، أصبح من الممكن تفعيل الخلايا العصبية، وحتى قبل أن تتحرك العين، بواسطة بقعة ضوء سقطت على المكان المستقبلي لمجال الاستقبال المتعلق بموضع التثبيت التالي للرمشة. لذا.. رَأَى الباحثون أن مجال الاستقبال قد تم تحديثه، أو إعادة تموضعه إلى الموقع الجديد، ربما لكي يعوِّض إدراكيًّا عن حركة العين التالية. تم أيضًا اكتشاف تحديث مكاني مماثل في بِنًى أخرى من الدماغ تحوي الوظيفة البصرية والوظيفة المحرِّكة للعين، مثل مجالات العين الأمامية[4] والأكيمة العلوية[5]، الشيء الذي يقترح وجود آلية تعويضيّة مشتركة.

توجد فكرة مطروحة بقوة حول فرضية التحديث المكاني، وهي أن كامل تمثيل الدماغ للمجال البصري تتم ترجمته بشكل صارم؛ للتحضير لحركة العين المفاجئة. وفي الدراسات الأصلية حول التحديث المكاني، نجد أن المحرض البصري كان قد تَرَكَّز ـ وبشكل شبه حصري ـ على المكان التالي المتوقَّع لمجال الاستقبال. ومؤخرًا، قام زيرنساك وزملاؤه بتوسيع الأفق بأبسط طرق يمكن أن نتخيلها: قاموا بتقديم محرِّض بصري لقرود الماكاك، ليس فقط في المكان التالي (ما

بعد الرمشة) لمجال الاستقبال الخاص بالخلايا العصبية لمجالات العين الأمامية، بل في مواقع مختلفة على شاشة كمبيوتر؛ ليتمكنوا من رسم خريطة لمجال الاستقبال كله.

عندما انكشفت مجالات الاستقبال كلها؛ اكتشف المؤلفون مفاجأة، وهي أن هذه المجالات لا تترجم بشكل صارم قبل حركة العين، ولكن عوضًا من ذلك.. تتنقل بشكل عابر جملةً واحدة باتجاه موقع هدف الرمشة التالية (الشكل 1ج، والشكل 3 أ من الورقة البحثية[2]). كانت بعض التنقلات لمجالات استقبال مفردة مهمةً للغاية، وصولًا حتى 18 درجة من الزاوية البصرية. وبالإضافة إلى ذلك في الحالات القليلة التي وُضِع فيها مجال الاستقبال الأصلي بعيدًا عن نقطة التثبيت أكثر مما هو الحال عن هدف الرمشة (الذي يقاس على طول اتجاه الرمشة)، فإن التغير في مجال الاستقبال بالنسبة لموقع هدف الرمشة كان ـ في الواقع ـ في الاتجاه المعاكس للاتجاه المتوقع لترجمة صارمة لمجال الاستقبال بالنسبة إلى اللطخة الصفراء.

والاكتشاف القائل إنّ مجالات الاستقبال تسقط على هدف الرمشة مختلفٌ بشكل كبير عن النظرية الأصلية عن التحديث المكاني. لماذا إذن وجد المؤلفون في الدراسات الأصلية استجابات عصبية عند الموقع التالي لمجال الاستقبال؟ في الحقيقة، خلايا مجالات الاستقبال العصبية في مجالات العين الأمامية (والمتعلقة بالبِنَى المحرِّكة للعين البصرية) هي خلايا عصبية كبيرة إلى حد ما، ولذا.. حتى لو سقطت مجالات الاستقبال على هدف الرمشة، فإن هوامش عديد من مجالات الاستقبال هذه من المحتمَل أن تكون متشابكة مع موقع مجال الاستقبال التالي، وتباعًا ستستجيب للمحرِّض في ذاك الموقع. وبالفعل، كانت الاستجابات في الدراسات الأصلية في موقع مجال الاستقبال التالي ضعيفةً إلى حدٍّ ما، الشيء الذي يتوافق مع الاستجابات الأضعف عادةً في محيط مجالات الاستقبال.

إنّ نتائج زيرنساك وزملائه تطرح العديد من الأسئلة.. فتحوّلات مجالات الاستقبال نحو هدف الرمشة يماثل تحوّلاتها التي تحدث حين نكون منتبهين، حتى ولو لم تتحرك أعيننا[6,7]. والظاهرتان مرتبطتان ـ على الأرجح ـ بقدر ما تسبق تحولاتنا في الانتباه لأهداف معينة حركات أعيننا. ومن هذا المنطلق، يكون الاستقرار البصري أثناء الرمشات نابعًا من حقيقة أننا نتجاهل فعليًّا الأجزاء البعيدة عن هدف الرمشة في المشهد البصري.

وبالإضافة إلى ذلك.. فإن تشوهات الإدراك المكاني تحدث بسبب تحوّلات الانتباه وحركات العين. هذه ظواهر مثيرة للاهتمام؛ لكي يتم فحصها مستقبلًا في القرود، ويمكن أن تطلق إدراكات معقدة في الإطار التجريبي. إننا سنكون بحاجة إلى مزيد من الدراسات؛ لنفهم الآلية الخلوية للتعديل السريع لمجال الاستقبال قبل الرمشة، ولكن للخبراء، ولغير الخبراء على حد سواء، يقدم زيرنساك وزملاؤه لنا درسًا قيمًا: غالبًا ما تُكشف أشياء مثيرة للاهتمام عندما نبحث عن مفاتيح الحكمة الضائعة الخاصة بنا، بعيدًا عن الأساليب التقليدية. ■

جون إيه. أساد من مركز أنظمة العلوم العصبية والإدراكية، المعهد الإيطالي للتكنولوجيا، روفِرِتو 38068، إيطاليا. ويعمل في قسم الأحياء العصبية بكلية هارفارد للطب، بوسطن، ماساتشوستس.
البريد الإلكتروني: jassad@hms.harvard.edu

1. von Helmholtz, H. *A Treatise on Physiological Optics* (transl. Southall, J. P. C.) (Dover, 1963).
2. Zirnsak, M., Steinmetz, N. A., Noudoost, B., Xu, K. Z. & Moore, T. *Nature* **507,** 504–507 (2014).
3. Duhamel, J. R., Colby, C. L. & Goldberg, M. E. *Science* **255,** 90–92 (1992).
4. Umeno, M. M. & Goldberg, M. E. *J. Neurophysiol.* **78,** 1373–1383 (1997).
5. Walker, M. F., Fitzgibbon, E. J. & Goldberg, M. E. *J. Neurophysiol.* **73,** 1988–2003 (1995).
6. Connor, C. E., Preddie, D. C., Gallant, J. L. & Van Essen, D. C. *J. Neurosci.* **17,** 3201–3214 (1997).
7. Womelsdorf, T., Anton-Erxleben, K., Pieper, F. & Treue, S. *Nature Neurosci.* **9,** 1156–1160 (2006).

السرطان

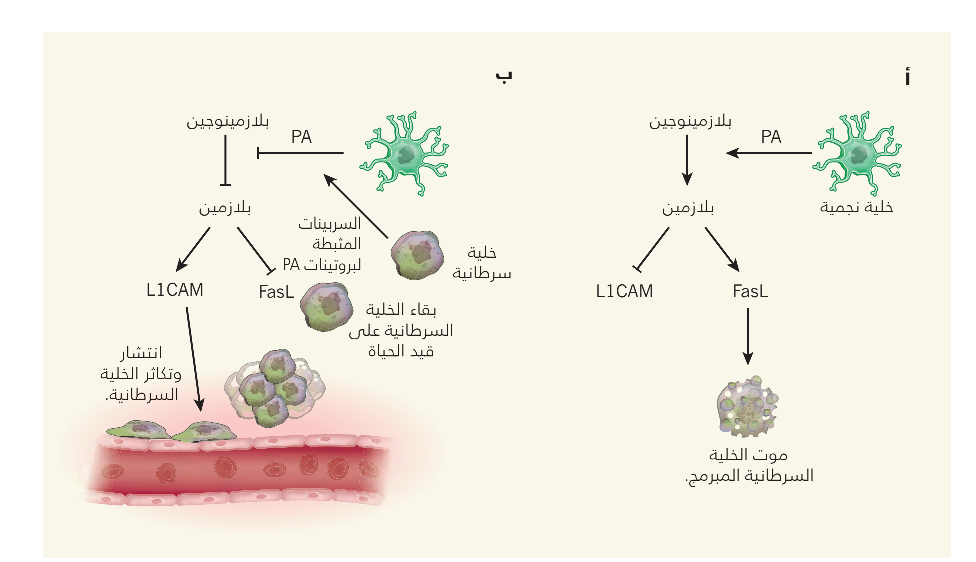
تعطيل الدِّفاع في المخ

الكشف عن إنزيم البلازمين كخط دفاع ضد الخلايا السرطانية التي تهاجر إلى المخ، وعن البروتينات سربين التي تفرزها الخلايا السرطانية بدورها لتثبط إنتاج البلازمين، يرسم لنا ملامح الآلية التي تتكون بها الأورام السرطانية الثانوية في المخ.

جانين تي. إيرلر

معظم الوفيات الناجمة عن الإصابة بالسرطان لا تحدث نتيجة الإصابة بالورم الأولي. ويمكن للسرطان أن ينتشر من الورم الأولي ليصيب أعضاء أخرى، في عملية تُعرف باسم "الانبثاث"، وهي نمو الأورام النقلية القادرة على الانتشار إلى أعضاء أخرى، تدمر في النهاية الوظائف الطبيعية لتلك الأعضاء، وهي أيضًا المسؤولة عن أكثر من 90% من وفيات مرضى السرطان[1]. تمثل أورام المخ الثانوية أحد أفقر التشخيصات بالنسبة لمرضى السرطان، مع ازدياد ملحوظ في معدلات الإصابة بمثل تلك الأورام[2]. ولحسن الحظ، فإن عملية الانبثاث تفتقر للفاعلية: أقل من 0.01% من الخلايا المنبثة عن الورم الرئيس قادرة على إصابة أعضاء أخرى، والنمو بها[3]. تظل الآليات الجزيئية المتحكمة في بقاء خلايا السرطان ونموها في الأعضاء الثانوية غير معروفة إلى حد بعيد، وموضعًا للبحث المكثف. وفي البحث المنشور بدورية "سِل" *Cell*، يوضح فالينتي وزملاؤه[4] كيف تتغلب خلايا السرطان المنبثة إلى الدماغ على الإشارات الجزيئية المميتة التي تنتجها خلايا أنسجة المخ المضيفة، وكيف تستغل الأوعية الدموية الموجودة بالفعل؛ لتساعدها على النمو والتكاثر.

ولتتكوَّن أورام المخ الثانوية، يجب على الخلايا السرطانية، ليس فقط أن تعبر حاجز الدم في الدماغ ـ وهو بمثابة واجهة خلوية تتحكم بشكل انتقائي في مرور الجزيئات بين مجرى الدم والدماغ ـ ولكن أيضًا أن تظل قادرة على البقاء والنمو في هذه البيئة الجديدة المختلفة تمامًا، وأن تحصل على إمداد دموي كافٍ لها؛ لتتكاثر وتتحول إلى ورم. كان من المعروف في السابق أن معظم الخلايا السرطانية التي تتمكن من عبور حاجز الدم في الدماغ تموت بداخل أنسجة المخ[5]، وأن تلك الخلايا التي تتمكن من البقاء



الشكل 1 | حماية البلازمين. أ تنتج خلايا نجمية بالمخ البروتينات المنشطة للبلازمينوجين (PA)، التي تؤدي إلى إنتاج إنزيم البلازمين في صورته الأولية، وهي البلازمينوجين. تظهر دراسة فالينتي وزملاؤه[4] أن للبلازمين دورين، أحدهما حث الخلايا السرطانية المنبثة إلى المخ على الموت، من خلال فعل البروتين الرابط فاس (FasL)، والآخر تثبيط انتشار الخلايا السرطانية بطول الشعيرات الدموية، عن طريق تعطيل البروتين L1CAM. **ب** ومع ذلك.. وجد مؤلفو الدراسة أيضًا بعض الخلايا السرطانية التي كانت قد وصلت إلى المخ تنتج مستويات عالية من بروتينات السربين المضادة لمنشطات البلازمينوجين (PA)، ويرى الباحثون أن نشاط هذه البروتينات يساعد في إبقاء الخلايا السرطانية المنبثة على قيد الحياة، وعلى انتشارها بطول الشعيرات الدموية، مما يمكّنها بالتالي من النمو التكاثري، وتكوين أورام ثانوية مميتة.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

على قيد الحياة ترتبط بشكل وثيق بالشعيرات الدموية[6] الموجودة بالفعل، مستخدمةً إياها كمصدر للإمداد الدموي في عملية تعرف باسم "الاستغلال المشترك للأوعية الدموية". وكان فريق فاليينتي البحثي هو أول مَنْ قام بتحديد الآليات الجزيئية الكامنة وراء هذه الخطوات المهمة.

وباستخدام مزارع لشرائح من مخ الفئران مع فئران مختبر حية مصمَّمة خصيصًا كنماذج لأورام المخ الثانوية، يوضح المؤلفون أن بروتينات تعرف بالسربينات المثبطة لمنشطات البلازمينوجين (PA) تلعب دورًا حاسمًا في تمكين الخلايا السرطانية من التغلب على إشارات الموت التي تصدر من قِبَل الخلايا النجمية في المخ. تُعتبر تلك السربينات عائلة من مثبطات إنزيم البروتييز، التي تمنع بالتالي تحوُّل جزيء البلازمينوجين الى إنزيم البلازمين[7]. ووجد الباحثون أن البلازمين الذى تقوم الخلايا النجمية بإفرازه لا يحث فقط على موت الخلايا السرطانية المبرمج (عن طريق البروتين الرابط فاس Fas)، ولكنه أيضًا يمنع الخلايا السرطانية من الارتباط والانتشار على طول الشعيرات الدموية الموجودة في الدماغ، عن طريق تثبيط جزيء L1CAM الاستطلاعي (شكل 1).

أظهرت دراسة التعبير الجيني ـ التي قام بها فالينتي وزملاؤه للخلايا السرطانية المنبثة من أورام الرئة والثدي المتجهة إلى الدماغ ـ أن العديد من بروتينات السربين المثبطة سالفة الذكر (فى معظمها سربين عصبي وسربين B2) يتم إنتاجها بمستويات عالية في مثل هذه الخلايا، مقارنةً بخلايا الورم الأوَّلي غير المنبثة، وأيضًا مع الخلايا المنبثة التي تستهدف أعضاءً أخرى. يوضح الباحثون أن عمل تلك السربينات المثبطة في منع البلازمين من أداء وظيفته يسمح للخلايا السرطانية بالبقاء على قيد الحياة، وبحدوث عملية الاعتماد المشترك على الأوعية الدموية. ودعمًا لهذه النتائج، يبيِّن الباحثون أن إنتاج النيوروسربين والسربين B2 في خلايا أورام الرئة الأوليّة للإنسان يرتبط بانبثاث تلك الخلايا إلى الدماغ، وليس إلى العظام، أو إلى أي مواقع أخرى في الرئة، كما كانت مستويات تلك السربينات المثبطة عالية في أورام الدماغ الثانوية.

تلقي هذه الدراسة الدقيقة الضوءَ على التفاعل المعقد بين الخلايا السرطانية والخلايا المضيفة (السدوية) اللازم لحدوث الانبثاث. وبالإضافة إلى ذلك.. تشير الدراسة إلى القدرة الذاتية للخلايا السرطانية على التكيف مع البيئات الدقيقة الطاردة. لا ترسم الدراسة فقط أول صورة جزيئية للكيفية التي تستعمر بها الخلايا السرطانية المخ وتنمو به، ولكن أيضًا تسلط الضوء على كيفية حدوث عملية الاعتماد المشترك على الأوعية الدموية، وهي العملية التي ظلت غامضة، رغم أنه معروف كونها الخطوة الرئيسة في عملية الانبثاث وتكوُّن أورام ثانوية في عديد من أنواع السرطان.

وللدراسة عيوب عديدة.. فعلى سبيل المثال.. استخدم الباحثون نموذج داخل القلب لانتشار الأورام بأعضاء الفئران، حيث يتم حقن الخلايا المستزرَعة في المختبر ببطء في مجرى الدم من خلال القلب. وعلى الرغم من كون هذا النموذج هو الأفضل لتوجيه عملية استعمار الخلايا السرطانية للمخ، فإنه لا يغطي خطوات عملية الانبثاث بصورة كاملة. لذا.. فإن الخلايا السرطانية المتجهة إلى المخ قد تستخدم آليات جزيئية متعددة ومختلفة قليلًا، لاستعمار أنسجة المخ، والبقاء على قيد الحياة، وتكوين أورام ثانوية. المشكلة الأخرى هي أن المؤلفين استخدموا في غالبية التجارب خلايا سرطانية بشرية في الفئران التي تفتقر الى أنظمة مناعية سليمة، وبالتالي لا تحاكي تلك التجارب التفاعلات الطبيعية بين الخلايا السرطانية والخلايا السدوية المضيفة، غير أن الباحثين كانوا مقيدين بحقيقة أن النماذج المناسبة لتكون الأورام السرطانية الثانوية بالمخ بشكل تلقائي لا وجود لها، وقد قاموا بالفعل بتأكيد عديد من نتائجهم في الفئران ذات الأجهزة المناعية السليمة باستخدام خلايا سرطانية من فئران مصابة.

وحسب تلك الدراسة، فإن السرطانات المنبثة من الرئة والثدي مسؤولة عن تكوُّن ما يقرب من ثلثيّ أورام المخ الثانوية، ويبقى أن يتم اختبار ما إذا كانت الآليات التي كشف عنها الباحثون تكمن أيضًا وراء نشوء أورام المخ الثانوية من أنواع السرطانات الأخرى، مثل سرطان الجلد القتامي (الميلانوما). وسيكون من المثير أيضًا دراسة كيفية ارتباط تلك الآليات بمثيلاتها في سرطانات المخ الأولية، حيث وُجِد سابقًا أن تثبيط مستويات البروتين L1CAM على وجه الخصوص يؤدي إلى موت خلايا أورام المخ الدبقية[8]. أيضًا، بناء نموذج أكثر شمولية للشبكة الجزيئية التي أشار إليها المؤلفون ـ على سبيل المثال، من خلال تحليل الدور الذي تلعبة بروتينات إنتجرين، وهي البروتينات التي ترتبط بالبروتين L1CAM[9] وتنظم انتشار الخلايا، أو عن طريق دراسة الجينات الأخرى التي تنتج بوفرة في الخلايا السرطانية المتجهة إلى المخ ـ قد يوفر فهمًا أعمق لنظام تكون سرطانات المخ الثانوية[10].

وهناك جانب آخر يجب أخذه بعين الاعتبار، هو إمكانية إيجاد علاجات جديدة، استنادًا إلى هذه الدراسة. يبيِّن فاليينتي وزملاؤه أن إعاقة عمل البروتين الرابط "فاس Fas" يمكنها أن تحمي الخلايا السرطانية من الموت في الدماغ. وبالتالي، سيكون من المثير للاهتمام اختبار ما إذا كانت إضافة بروتين فاس الذائب يمكن أن تزيد حساسية الخلايا المنبثة لإشارات الموت المبرمج، أم لا، وما إذا كان هذا المسار يمكن أن يُستخدَم كعلاج، أم لا. وبالإضافة إلى ذلك.. هل يمكن لاستهداف بروتينات منشطات البلازمينوجين ـ مثل تلك النسيجية أو منشطات البلازمينوجين يوروكينيز ـ أن يكون أسلوبًا ناجعًا لمكافحة عملية انبثاث الأورام، خاصة أن تلك البروتينات هي بالفعل أهداف لعلاجات السرطان الحالية؟

ترتبط بروتينات السربين المثبطة للبلازمينوجين، البلازمين، البروتين الرابط Fas، وأخيرًا بروتين L1CAM، جميعها بتقدُّم المرض في أنواع عديدة من السرطان، مما يشير إلى أن النتائج التي توصَّل إليها فاليينتي وزملاؤه لم تعمِّق فقط فهمنا لتكون الأورام الثانوية بالمخ، ولكنها أيضًا كشفت عن آليّة أعمّ وأشمل لانتشار الأورام المنبثة. وسيكون من المثير أن نرى ما إذا كانت الإشارات الجزيئية الفاعلة ـ التي قاموا بتحديدها ـ مهمة في أنواع أخرى من السرطان، أم لا، وما إذا كانت تفاعلات مماثلة تحدث بين الخلايا السرطانية والخلايا السدويّة تؤدي إلى تكوُّن أورام ثانوية في أعضاء أخرى بخلاف المخ، أم لا. ■

جانين تي إيرلر تعمل بمركز الابتكار وأبحاث التكنولوجيا الحيوية (BRIC)، جامعة كوبنهاجن، كوبنهاجن 2200، الدنمارك.

البريد الإلكتروني: e-mail: janine.erler@bric.ku.dk

1. Sporn, M. B. *Lancet* **347,** 1377–1381 (1996).
2. Maher, E. A., Mietz, J., Arteaga, C. L., DePinho, R. A. & Mohla, S. *Cancer Res.* **69,** 6015–6020 (2009).
3. Mehlen, P. & Puisieux, A. *Nature Rev. Cancer* **6,** 449–458 (2006).
4. Valiente, M. *et al. Cell* **156,** 1002–1016 (2014).
5. Heyn, C. *et al. Magn. Reson. Med.* **56,** 1001–1010 (2006).
6. Kienast, Y. *et al. Nature Med.* **16,** 116–122 (2010).
7. Croucher, D. R., Saunders, D. N., Lobov, S. & Ranson, M. *Nature Rev. Cancer* **8,** 535–545 (2008).
8. Bao, S. *et al. Cancer Res.* **68,** 6043–6048 (2008).
9. Felding-Habermann, B. *et al. J. Cell Biol.* **139,** 1567–1581 (1997).
10. Erler, J. T. & Linding, R. *J. Pathol.* **220,** 290–296 (2010).

الفيزياء الباردة

فوضى في البـرودة

أظهر الجمع بين النظرية والتجربة أن ذرات الإربيوم فائقة البرودة المحصورة بأشعة ليزر والمعرَّضة لمجال مغناطيسي تشهد تصادمات تتسم بفوضى كَمِّيَّة.

بول إس. جوليان

إنّ استخدام المجالات المغناطيسية للتلاعب بتفاعلات الذرات فائقة البرودة عند درجات حرارة دون المايكروكلفن أتاح دراسة كثير من الظواهر الغريبة في فيزياء الكَمِّ تجريبيًّا ونظريًّا[1]. وبدوره، يضيف تقرير فريش وزملائه[2] المنشور في الأسبوع الأخير من شهر مارس الماضي بدورية "نيتشر" منعطفًا جديدًا إلى هذا الحقل البحثي. وحتى الآن، استُخدمت مثل تلك الأبحاث ذرات بسيطة ذات تفاعلات بسيطة نسبيًّا، لكنَّ فريش وزملاءه تناولوا بالبحث أنواعًا



الشكل 1 | باركود الرنين. تشير الخطوط الرأسية الحمراء لمختلف القيم لمجال مغناطيسي مسلَّط، حيث توجد ذرات الإربيوم من عيِّنة محصورة، دَرَسَها فريش وزملاؤه[2]– تُظهِر فقدانًا متزايدًا مِن شَرَك الليزر. توزيع الفواصل بين الخطوط المتجاورة، التي تحدد سمات تسمى رنين فشباخ، يُشير إلى أن التصادمات بين ذرتين لها سلوك فوضوي كَمِّي.

معقدة من الذرات، ذرات الإربيوم، وجمعوا بين النظرية والتجربة؛ لإظهار أثر الفوضى الكمية في التصادمات بين ذرتي إربيوم. توفر النتائج حصيلة استكشاف مسارات جديدة لفيزياء وكيمياء البرودة الفائقة باستخدام أنواع ذَرِّيَّة وجزيئية معقدة.

استخدم فريش وزملاؤه في دراستهم شعاع ليزر مُرَكَّز بإحكام؛ لحصر عيِّنات من حوالي 100 ألف ذرة إربيوم (Er) في أدنى حالاتها الكمية طاقةً عند درجة حرارة تقارب 400 نانوكلفن. تكوَّنت العيِّنات إمّا من نظائر بوزونيّة (^{168}Er أو ^{166}Er) لها عدد مغزلي صحيح، أو من نظير فيرميوني واحد (^{167}Er)، له عدد مغزلي نصف صحيح. ضبط الباحثون مجالًا مغناطيسيًّا مسلَّطًا عند قيمة ثابتة بين صفر و7 مِلِّي تسلا (وحدة المجال المغناطيسي)، وأحصوا عدد الذرات التي بقيت بعد حصرها بالليزر لمدة 400 مِلي ثانية. وجد الباحثون عدد الذرات المتبقي في شَرَك الليزر معتمدًا بقوة على قيمة المجال المغناطيسي المختارة تحديدًا. وفقدان الذرات هذا معلوم جيدًا في فيزياء الذرة الباردة، ويُستخدَم للعثور على سمات تُسمَّى رنين فشباخ Feshbach resonances، الذي يحدث عندما يكون إجمالي طاقة ذرتين متصادمتين (صفرًا تقريبًا) يضاهي الطاقة المنضبطة مغناطيسيًّا لحالة جزيئية مقيدة ثنائية الذرة (Er_2). وجدولة قيم المجال المغناطيسي التي يوجد عندها فقدان ذرات تحدد بدقة "مواضع" الرنين، التي يمكن منها سبر ديناميكيات التصادمات الكامنة.

وقد فُوجئ فريش وزملاؤه بعدد مرات الرنين بمنظومتهم كبيرًا، بل أكبر مما يمكن الحصول عليه من أنواع فلزات قلوية، مثل الليثيوم، أو الروبِديوم، أو السيزيوم (Cs). وقدَّم الباحثون نماذج نظرية تربط هذا السلوك بالديناميكيات الكمية الفوضوية للتصادمات. ونظرًا إلى أن ذرات الفلزات القلوية، مثل السيزيوم، لها بنية ذرية بسيطة (حيث العزم الزاوي المداري الإلكتروني صفر)، فإن مرات رنين ذرات السيزيوم المتصادمة متباعدة نسبيًّا عن بعضها البعض كدالة في مجال مغناطيسي متزايد، وتتسم بأعداد كمية بسيطة. وعلى نقيض ذلك.. ذرة الإربيوم لها بِنْيَة معقدة تمنحها عزمًا زاويًّا مداريًّا إلكترونيًّا إجماليًّا، قيمته خمسة. لذا.. ذرات الإربيوم لها مرات رنين أكثر كثيرًا من ذرات السيزيوم، وهي "مختلطة"، أي لم تعد توصف بأرقامها الكمية البسيطة.

ولتفسير طبيعة طيف الرنين الذي قاموا بقياسه (الشكل 1)، وكذلك طيف الرنين المحسوب بواسطة نموذجهم، استعار فريش وزملاؤه أداةً تُسمَّى نظرية المصفوفة العشوائية من أبحاث مبكرة في الفيزياء النووية وغيرها. وبافتراض أن مختلف تفاعلات منظومتهم يمكن توصيفها بمعامِلات هذه النظرية، استطاعوا إعادة إنتاج متوسط الفواصل بين الرنينات المتعاقبة. وجد الباحثون أن توزيع الفواصل بالنسبة لبوزونات ^{168}Er أو ^{166}Er كان أقرب كثيرًا إلى التوزيع المناظر للديناميكيات الفوضوية، المعروف بتوزيع ويجنر-دَيْسون (Wigner–Dyson)، منه إلى توزيع بواسون (Poisson) الذي تتسم به الديناميكيات الاعتيادية غير الفوضوية. وأظهرت فيرميونات ^{167}Er ذات الغزل النووي مجموعة رنين أكثر كثافة من مجموعة رنين النظائر البوزونية (^{168}Er أو ^{166}Er)، لكن الباحثين لم يحللوا بعد المجموعة الأولى بالتفصيل، نظرًا إلى أنها أكثر تعقيدًا. وفي دراسة نشرت هذه السنة[3]، تم بالمثل قياس مجموعة رنين كثيفة في منظومات نظائر بوزونية وفيرميونية باردة للفلز دسبروزيوم (Dy).

ما هي أهمية هذه النتائج؟ بدايةً.. ينبغي الأخذ في الاعتبار ما يميز التصادمات الباردة، لأن الذرات الباردة تتحرك ببطء (في المتوسط أبطأ بعشرة آلاف مرة من سرعتها في درجة حرارة الغرفة)، يضمن مبدأ (عدم اليقين) لهايزنبرج أن يكون عدم اليقين بموضعها كبيرًا. ولم تَعُد الذرات المتصادمة تسلك سلوك الجسيمات، بل تتخذ طبيعة شبه موجية بطول موجة يتناسب عكسيًّا مع سرعتها. وهذه الأطوال الموجية يمكن أن تصبح كبيرة، مايكرومترًا واحدًا أو أكثر، أي أكبر بكثير من طول الرابط الكيميائي دون النانومتر. وفي هذه الحالة، تصبح التصادمات بسيطة، وتتميز بمعامل يسمى طول التشتت.

من مظاهر قوة وروعة فيزياء الذرة الباردة أن طول التشتت يمكن أن يتخذ أي قيمة بضبط قيمة المجال المغناطيسي قرب رنين فشباخ[1]. فقيمته تتحكم بفيزياء جسمين، أو بضعة أجسام، أو عدة أجسام للمادة الكمية فائقة البرودة. لذا.. السيطرة على المجال المغناطيسي تجعل المنظومة تسير على النحو الذي نريد. وسابقًا، كان رنين فشباخ المستخدم لهذه السيطرة رنينًا معزولًا يتفاوت حسب المجال المغناطيسي والطاقة الحركية الذرية بطريقة بسيطة ومفهومة جيدًا. والآن، ينبغي للباحثين في فيزياء الذرة الباردة الوقوف على كيفية فهم طول التشتت المرتبط بمجموعة كثيفة من الرنين الفوضوي، مثل الذي شاهده فريش وزملاؤه. سيكون تفاوت المجال المغناطيسي والطاقة الحركية أكثر تعقيدًا مما وُوجِهَ من قبل. والأمر ذاته صحيح بالنسبة إلى عمليات فقدان الذرات التي ترتبط بمثل ذلك الرنين، والتي تحدد عُمْر أي منظومة ذرية باردة.

وهناك سبب آخر لاستخدام ذرات فلز الإربيوم، وهو أن عزمه المغناطيسي ثنائي القطب أكبر سبع مرات من العزم المغناطيسي ثنائي القطب لذرات الفلزات القلوية. والعزم ثنائي القطب لدى ذرات دسبروزيوم (Dy) أكبر من الإربيوم. ومثل هذه العزوم ثنائية القطب ـ التي تؤدي إلى تفاعل بعيد المدى بين أزواج الأقطاب ـ قد يتيح تحقيق تنويعة ثرية من الظواهر المتوقعة لمجموعة كاملة من ثنائيات الأقطاب الباردة[4,5]. وسيكون ضروريًا الآن أن نفهم التفاعل بين مجموعة الرنين الكثيفة والتفاعلات ثنائية الأقطاب طويلة المدى.

وأخيرًا، فالجزيئات الباردة ـ ذات درجات حرية دورانية واهتزازية، ودرجات حرية داخلية أخرى ـ يُتوقع أن تكون لها أطياف رنين أكثر كثافةً، مقارنة بذرات إربيوم ودسبروزيوم. وقد أجريت أبحاث لعمل منظومات جزيئات قطبية باردة، يمكن أن تكون لها تفاعلات ثنائية الأقطاب أقوى كثيرًا من الذرات، وتبدي نطاقًا أكبر من الظواهر ثنائية الأقطاب. وبناءً على ذلك.. فدراسة فريش وزملائه ليست سوى تمهيد لعمل بحثي مثير للاهتمام، سيتناول المنظومات الجزيئية الباردة، وقد تكون لرنينها أعمار طويلة جدًّا[6]. نستطيع توقُّع دخول العمل البحثي المقدَّر الذي أُجرِيَ حول الاسترخاء الداخلي، والتفاعلات الكيميائية لمجمعات جزيئية مستثارة[7,8] حيزَ الفعل عندما تظهر الفوضى في قلب التصادمات الجزيئية الباردة. ■

بول إس. جوليان يعمل بمعهد الكَمِّ المشترك Joint Quantum Institute، جامعة ميريلاند، كوليدج بارك، ميريلاند 20742، الولايات المتحدة.
البريد الإلكتروني: psj@umd.edu

1. Chin, C., Grimm, R., Julienne, P. & Tiesinga, E. *Rev. Mod. Phys.* **82,** 1225–1286 (2010).
2. Frisch, A. *Nature* **507,** 475–479 (2014).
3. Baumann, K., Burdick, N. Q., Lu, M. & Lev, B. L. *Phys. Rev. A* **89,** 020701(R) (2014).
4. Baranov, M. *Phys. Rep.* **464,** 71–111 (2008).
5. Baranov, M. A., Dalmonte, M., Pupillo, G. & Zoller, P. *Chem. Rev.* **112,** 5012–5061 (2012).
6. Mayle, M., Ruzic, B. P. & Bohn, J. L. *Phys. Rev. A* **85,** 062712 (2012).
7. Jacobson, M. P. & Field, R. W. *J. Phys. Chem. A* **104,** 3073–3086 (2000).
8. Bowman, J. M. & Suits, A. G. *Phys. Today* **64** (11), 33–37 (2011).

المنظومة الشمسية

أهلًا بالحلقات الجديدة

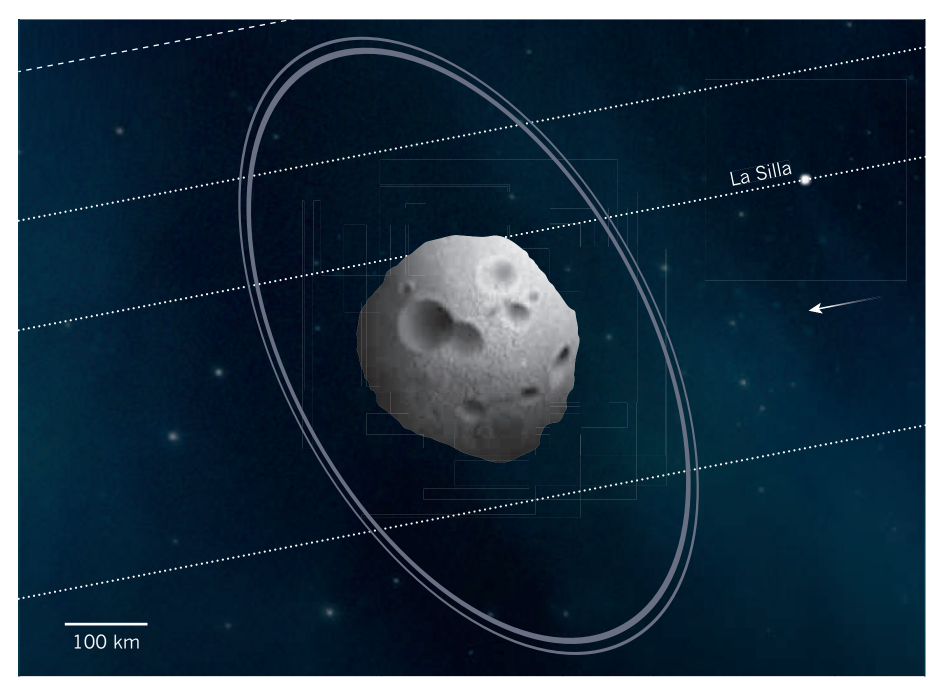
لم تَعُد الكواكبُ الأجسامَ الوحيدة في المنظومة الشمسية التي تحيط بها منظومات حلقية. فقد اكتُشفت حلقتان كثيفتان تدوران حول جسم كُوَيْكبي، طفيلي جليدي صغير نسبيًّا من مناطق نائية في المنظومة الشمسية.

جوزيف إيه. برنز

من المعروف ـ حتى الآن ـ أن الحلقات التي تحتوي على جسيمات جليدية وصخرية لا تدور إلا حول أربعة كواكب عملاقة في المنظومة الشمسية، أبرزها زحل[1]. الآن، ومتابعةً لسجل إنجازات "نيتشر" الممتاز بخصوص قلب المعتقدات الراسخة في نظريات الكواكب، اكتُشفت منظومة حلقية تامة التكوين تحيط بالجسم الكُوَيْكبي (10199) كاريكلو Chariklo، وفقًا لما أورده براجا-ريباس وزملاؤه[2] في العدد الصادر في الثالث من إبريل الماضي من دوريّة "نيتشر".

والكُوَيْكبات هي أجسام جليدية صغيرة نسبيًّا، تتحرك على مدارات إهليلجية إلى حد ما، وهي قصيرة الأجل في منطقة الكواكب العملاقة. وقد حصل الاكتشاف عندما وضع براجا وزملاؤه أسطولًا من التليسكوبات الصغيرة على امتداد شريط عرضه 1500 كيلومتر في جنوب أمريكا لرصد كاريكلو الغامض أثناء مروره أمام نجم (الشكل 1). يستعمل الفلكيون الكسوفات النجمية من هذا القبيل، على غرار سائق الدرّاجة الآلية الذي يحدِّد موقع وخيال عائق ما على طريق رئيس ضعيف الإنارة من خلال مشاهدة وميض أضواء الخلفية حين يمر العائق أمامها. هنا، سعى المؤلفون إلى استعمال هذا السبيل لتنقيح حجم كاريكلو وتحديد شكله أثناء كسوف متنبَّأ به، إلا أنهم حصلوا – وحصلنا نحن- على أكثر من ذلك.

ليست حلقات كاريكلو الأولى التي تُكتشف بالكسوف. فعلى الرغم من أن خبراء الكواكب[3] أكَّدوا على مدى عقود أن ظروفًا خاصة قادت زحل، وحده من بين الكواكب، ليتحلَّى بأساور تحيط به، اكتُشفت[4,5] منظومة حلقية معقدة متموضعة حول أورانوس، ضمن بضعة أضعاف من نصف قطره، أثناء كسوف عام 1977. وفي العقد التالي، سُبِر



الشكل 1 | حلقات كاريكلو. عندما يمر جسم من المنظومة الشمسية أمام نجمٍ حاجبًا ضوءه، سوف يختفي ضوء النجم مدة تتناسب مع قطر الجسم. وبرصد كسوف نجمي من هذا النوع، اكتشف براجا وزملاؤه[2] حلقتين مظلمتين تحيطان بكاريكلو، وهو جسم كُويْكبي نصف قطره يساوي نحو 125 كيلومترًا. ويبلغ عرض الحلقة الداخلية ـ المتمركزة على نصف قطر يساوي 391 كيلومترًا ـ نحو 7 كيلومترات، وهي تحجب 40% تقريبًا من ضوء النجم. وتفصلها فجوة نظيفة تساوي نحو 9 كيلومترات عن الحلقة الخارجية المتمركزة على 405 كيلومترات، التي يساوي عرضها 3 كيلومترات، وتحجب حوالي 5% من ضوء النجم. وقد اخترقت آثار النجم (الخطوط المنقَّطة) حلقات غير معروفة من قبل، وفقًا لما يُرى من عدة مواقع منفصلة، منها مرصد لا سيلاً في تشيلي، الذي حقَّق أعلى دقة زمنية. أما أثر النجم المرئي من مرصد آخر (الخط المقطَّع)، فقد كان بعيدًا عن الحلقات. ولون كاريكلو أغمق من لونه في هذه الصورة. (اقتُبِس الرسم التوضيحي من الشكل 2 في المقالة[2]).

محيط نبتون أثناء الكثير من الكسوف، إلا أنه نادرًا ما شوهد النجم وامضًا، وعلى جانب واحد من الكوكب حينئذ[6]. في النهاية، تم إدراك أنه يمكن تفسير الطبيعة التصادفية لتلك الكسوفات القليلة الناجحة إذا اقتصرت حلقات نبتون على أقواس موضعية تغطي نحو 10% من محيط الحلقات[7]. وقد أكَّدت[8] الصور التي التقطتها مركبة الفضاء فوياجر 2 هذه البنية غير المتوقعة عام 1989.

ليست هذه هي المرة الأولى التي يُفاجِئ فيها كاريكلو راصديه. فبعد اكتشافه عام 1997، انخفض سطوعه على نحو منهجي غامض بمقدار 40% (المرجع 9)، وخبت[10] بصمته المائية الجليدية القوية تدريجيًّا، ثم بدأ هذا المنحى يعكس اتجاهه منذ عام 2008. ويُفسِّر تحديد هوية حلقات كاريكلو تلك التناقصات المحيِّرة في السطوع والكثافة الطيفية: فهي تحصل عندما تصبح الحلقات الغنية بالجليد، والتي تمثِّل 15% من مساحة سطح كاريكلو ولها ثلاثة أضعاف انعكاسيته، جانبية حين النظر إليها من الأرض. وعلى غرار الكثير من الأرصاد المحيِّرة في العلم، يصبح الجواب واضحًا عندما يكون التفسير معروفًا.

من بين منظومات حلقات الكواكب الأربعة، تُوفِّر حلقات أورانوس أقرب مثيل لحلقتي كاريكلو. فحلقات أورانوس الاثنتا عشرة المعزولة السوداء كالفحم -التي يبلغ عرض معظمها بضعة كيلومترات فقط، وتتصف بحواف متجعِّدة وعرض متغير قليلًا أحيانًا- مفصولة عن بعضها بفجوات واضحة. وقد أُشِير[11] إلى أن أقمارًا صغيرة، تُعرَف بالتوابع الراعية أو الرعاة، تشق ممرات ضيقة في حلقات أورانوس وتُحدِّد حوافها. بهذه الآلية، تُولِّد اضطرابات الجاذبية الشديدة للأقمار عُزومًا تنافرية على أقراص مجاورة من المادة الدائرة على المدار.

لكي تكون التوابع الراعية فعَّالة في عملها، يجب أن تضاهي كتلها كتل الحُلَيْقات التي ترعاها. بكلمات أخرى.. يجب أن تكون أنصاف أقطار الأقمار نحو بضعة كيلومترات - أي أصغر من أن تُرى بواسطة تليسكوب على الأرض. عندما كشفت فوياجر 1 و2 فيما بعد قمرين صغيرين يسوقان الحلقة (و) التابعة لزحل، وزوجًا آخر يقود جسيمات في الحلقة إبسيلون التابعة لأورانوس، والقمر الصغير "بان" Pan أيضًا في فجوة "إنكِه" Encke في الحلقة أ التابعة لزحل، أصبحت هذه الآلية الذكية حقيقة واضحة كالشمس[1]. والآن، يُلجأ إليها على نحو متكرر لتفسير الفتحات والحلقات المقيَّدة في جميع أنواع الأقراص الفلكية الفيزيائية، حتى في الأقراص الكوكبية البدائية التي تتشكل الكواكب ضمنها.

من الطبيعي حينئذ أن يفترض براجا-ريباس وزملاؤه أن توابع راعية صغيرة مخفية تُفسِّر الفجوة بين حلقتي كاريكلو، إضافة إلى المحيط المجعد لكل من الحلقتين. إلا أن سرًّا للحلقات الكوكبية يجب أن يُفشَى: فبعد بحث مستفيض منذ عام 2004 باستعمال مركبة فضاء كاسِّيني، أصبح مؤكَّدًا تقريبًا أنه ليس من بين الفجوات العديدة في الحلقة ج التابعة لزحل وفي قسم كاسِّيني منه (وهو نطاق منخفض الكثافة بين حلقتي زحل الرئيسيتين أ وب) ما يؤوي توابع راعية من الحجم المطلوب[12].

لعل الفيزياء التي نفتقدها في محاولاتنا لتفسير سمات حلقية من مثل الفجوات سوف تتكشَّف باستقصاءات لمنظومة كاريكلو التي هي أكثر بساطة. فأبعاد حلقاته تساوي مجرد ثلاثة أجزاء من الألف من أبعاد حلقات زحل؛ وبالفعل، فإن كل حاشيته يمكن أن تنزلق عبر أكبر الفجوات عند الحواف الداخلية والخارجية لحلقات زحل، مخلِّفةً الكثير من الفراغ. والسرعات المدارية الدائرية في مناطق الحلقات المحيطة بالكواكب وبكاريكلو تزداد بازدياد حجم الجسم المركزي، وهي تساوي مجرد عشرات من الأمتار في الثانية بالنسبة إلى جسيمات حلقتي كاريكلو. وسوف تسمح السرعات النسبية بين الجسيمات المتجاورة في حلقات كاريكلو بتصادمات تزيد من سُمك الحلقات، في حين أن حلقات زحل، ذات السرعات المدارية الأكبر، أرق كثيرًا. إن الجاذبية المنخفضة، والسرعات الصغيرة، والصدامات الناعمة الناتجة عند كاريكلو، تسمح باستقصاء حركات الحلقات ضمن نظام لم يُتخيَّل سابقًا.

كيف أمكن لمنظومات الحلقات المصغَّرة تلك أن تتكوَّن؟ بأخذ تأثير كاريكلو الجاذبي الصغير نسبيًّا في الحسبان، يبدو من غير المحتمل أن تكون حلقاته قد تشكَّلت على نحو متزامن مع العمليات التي أدت إلى ولادة الكويكب نفسه. السيناريو الأرجح يشابه ذاك المقترح لأصل قمرنا[13]، الذي قذف فيه تصادم كارثي تقريبًا بين الأرض الأولية وجسم من مقاس المريخ حممًا غزيرة لتكوِّن قُرْصًا مداريًّا تكوَّن القمر منه فيما بعد. ومهما كان سبب تكوُّن ذلك القرص، فإنه عندما ينتشر بمقدار بضعة أمثال من نصف قطر كاريكلو، يمكن لأكبر القطع في القرص أن تجمع حولها بقية مادة القرص.

ثمة نموذج بديل يستند إلى حقيقة أن نحو 5% من الأجسام الكُويْكبية وأجسام ما بعد نِبتون لها مرافقات صغيرة، من الممكن أن تكون قد أتت نتيجةً لتفاعلات ثلاثية الأجسام[14]. ويمكن لأمثال هذه التوابع أن تضطرب قليلًا بالتصادم مع الحطام فيما بين الكواكب. وعلى مسافات حلقات كاريكلو، تكون السرعات المدارية منخفضة، لكن بعض مقذوفات التصادم سوف تبتعد عن مصادرها وبسرعة أقل، وهذا ينطوي على أن أنبوب الشظايا الشبيه بالحلقة قد يحجب مدار التابع[15].

سوف يُروِّع اكتشاف الحلقات حول كاريكلو كثيرًا من مُنَظِّري الكواكب، إلا أن الأمر كان هكذا دائمًا في استكشاف الكواكب.. فالأفكار النظرية نادرًا ما تولِّد تحريات تقود إلى اكتشافات، بل إن اكتشافات من هذا القبيل هي التي تدفعنا إلى فهم جديد. ■

جوزيف إيه. برنز يعمل بقسم الفلك والهندسة الجوية الفضائية والميكانيكية، في جامعة كورنل بإيثاكا، نيويورك 14853، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: joseph.burns@cornell.edu

1. Tiscareno, M. S. in *Planets, Stars and Stellar Systems* Vol. 3 (eds Oswalt, T., French, L. M. & Kalas, P.) 309–376 (Springer, 2013).
2. Braga-Ribas, F. *et al. Nature* **508,** 72–75 (2014).
3. Pollack, J. B. *Space Sci. Rev.* **18,** 3–93 (1975).
4. Elliot, J. L., Dunham, E. & Mink, D. *Nature* **267,** 328–330 (1977).
5. Millis, R. L., Wasserman, L. H. & Birch, P. V. *Nature* **267,** 330–331 (1977).
6. Roques, F. *et al. Bull. Am. Astron. Soc.* **16,** 1027–1028 (1984).
7. Hubbard, W. B. *et al. Nature* **319,** 636–640 (1986).
8. Smith, B. A. *et al. Science* **246,** 1422–1449 (1989).
9. Belskaya, I. N. *Icarus* **210,** 472–479 (2010).
10. Guilbert, A. *et al. Astron. Astrophys.* **501,** 777–784 (2009).
11. Goldreich, P. & Tremaine, S. *Nature* **277,** 97–99 (1979).
12. Colwell, J. E. *et al.* in *Saturn From Cassini-Huygens* (eds Dougherty, M. K., Esposito, L. W. & Krimigis, S. M.) 375–412 (Springer, 2009).
13. Canup, R. M. & Righter, K. (eds) *Origin of the Earth and Moon* (Univ. Arizona Press, 2000).
14. Noll, K. S., Grundy, W. M., Chiang, E. J., Margot, J.-L. & Kern, S. D. in *The Solar System beyond Neptune* (eds Barucci, M. A., Boehnhardt, H., Cruikshank, D. P., Morbidelli, A. & Dotson, R.) 345–363 (Univ. Arizona Press, 2008).
15. Burns, J. A. *et al. Science* **284,** 1146–1150 (1999).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

علم الأعصاب

العشوائية المنظّمة لأنغام غَزَل ذباب الفاكهة

أرجعت دراسة منهجية و دقيقة السبب في تعقيد وتنوّع نغمات الغَزَل عند ذكر ذباب الفاكهة إلى القواعد البسيطة التي تربط الخبرة الحسية بالاستجابة الحركية.

بِنس بي. أولفتشكي

يمكن لأغاني الحب المنظومة ببراعة أن تكون بابًا للأوقات الطيبة والنجاح في التناسل، سواء أكنت عضوًا في فريق "البيتلز" الغنائي، أو واحدًا من الحيوانات التي تبهر رفقاءها من الجنس الآخر عن طريق الغناء. وفي حين يقدِّم شعراء الغَزَل بعض أغانٍ تقليدية مكررة ذات نغمة واحدة، تميل معظم الحيوانات ـ ومن بينها الطيور والثدييات والحشرات ـ إلى جعْل الأمور أكثر إثارة، عن طريق تنويع أنماط غنائها. ومع ذلك.. فإن الكيفية التي ينجح بها المخ في خلق هذا التنوع، وفي الارتجال عمومًا، تظل غامضة. في العدد الصادر في 13 مارس الماضي من دورية "نيتشر"، يسلط كوِن وفريقه البحثي[1] الضوء على هذا الموضوع عن طريق إثبات إمكانية التنبؤ بالجزء الأكبر من هذا التنوع في نغمات ذباب الفاكهة من حركات المغنِّين منها.

بدأ افتتان علماء الأعصاب بالحياة الجنسية لذبابة الفاكهة (*Drosophila melanogaster*) منذ أكثر من 35 عامًا مع اكتشاف "فروتلس" (fruitless)، أحد الجينات الأساسية لطقس المغازلة عند الذكور[2]. اكتشاف هذا العنصر الرئيس في سلوك اجتماعي معقد لدى كائن قابل للتعديل الجيني، مهَّد الطريق أمام رسم خريطة تشريحية مفصلة للدوائر العصبية المتحكمة في هذا السلوك[3,4]. وإيجاد وصف تفصيلي وشامل للحسابات التي تقوم بها تلك الدوائر العصبية والسلوكيات التي تتحكم بها سيساعدنا في تحديّين كبيرين: فك شفرة التفاصيل المتعلقة بآلية عمل تلك الدوائر، وتحديد ما يمكن أن نتعلمه منها عن وظائف المخ على مدى أوسع.

وإحدى الوظائف المعروفة لتلك الدوائر العصبية هي تحويل ذكور الذباب إلى مغازلين صغار. فعند مصادفة أنثى عذراء، يقوم الذكر بالتربيت الخفيف على مؤخرة جسدها، عازفًا لحنًا غراميًّا عن طريق هز أحد جناحيه، ولعق أعضائها التناسلية[5]. وعلى الرغم من أن تلك السلوكيات جزءٌ أصيل من طقس التودُّد لدى أي ذكر ذبابة، فإن مدة وترتيب العناصر المختلفة المكوِّنة لهذا الطقس لا يمكن التنبؤ بها.

ما سبب هذا السلوك الذي يبدو عشوائيًّا؟ هل يحدث هذا التنوع بسبب التقلب في الشبكات العصبية لذلك السلوك (ضوضاء عصبية)[6,7]، أم يحدث كنتيجة لخبرة حسية ديناميكية؟

للإجابة على تلك التساؤلات، ركَّز كوِن وفريقه على نغمة ذكر الذبابة، التي تتكون ـ في حد ذاتها ـ من سلسلة عناصر منفصلة[1,8]. وكما صنع "البيتلز" نجاحهم المهني عن طريق ترتيب كلمات مثل "أحبك"، و"أنا"، و"هي"، و"حبيبي" بطرق مختلفة، كذلك يتنقل ذكر ذبابة الفاكهة بين نمطين "زاوي" و"نبضي" في الغناء؛ ليؤثر في مستمعيه (شكل 1). عن طريق الاستماع لأكثر من 100,000 نغمة غَزَل، ومع المتابعة الدقيقة لمواقع زوج الذباب المتغازل، يقترح الباحثون وجود منطق ونظام معيَّنين وراء ما يبدو وكأنه عشوائية موسيقية.

أجرى كوِن وزملاؤه تحليلًا إحصائيًّا لبياناتهم السلوكية عالية الدقة، ووجدوا أن الانتقال بين النغمات الزاوية والنبضية يمكن التنبؤ به من تحركات الأنثى المغازَلَة. اكتشف الباحثون كذلك أن خبرة الذكر البصرية بالأنثى تشكل أغنيته من خلال الدوائر العصبية التي تتحكم في الحركة. وفي الواقع، فإن الطريقة المثلى للتنبؤ بتركيب نغمة الغزل ليست عن طريق حركات الأنثى، بل الذكر المغنِّي نفسه. وحتى الذباب الأعمى، الذي يُحَثّ على الغناء عن طريق روائح الإناث العذراء، يُظْهِر ميلًا معينًا عند الانتقال من نمط غناء إلى آخر يمكن التنبؤ به من خلال حركاته. والصورة النهائية التي يمكن استنتاجها من كل هذا هي أن الذكر يؤدي فقرة متكاملة من الرقص والغناء تلهمه بها حركات شريكته (إذا استطاع رؤيتها).

على ما قد يبدو هذا مبهرًا، فإن مدى اهتمام الأنثى بتفاصيل أداء شريكها الدقيق هذا يظل مجهولًا لنا. هل يمكن للأنثى أن تستنبط مدى رغبة الذكر فيها من نمط أغنيته؟ هل ترتبط قدرته على ربط التغيرات في أغنيته بحركات الجسد – سواء جسده أو جسدها- بخصائص أخرى تبحث عنها الأنثى في شريكها المحتمل؟ بعبارة أخرى، هل يُعَدّ هذا الأداء الغنائي نموذجًا لنظام إشاري سليم ومنضبط، أم أنه فقط يعكس الارتباط بين حركات الساق والجناح، الذي تطور لأسباب غير ذات صلة؟

فشلت التجارب المبدئية في تقديم إجابات واضحة لأي من تلك التساؤلات. ويشير كوِن وفريقه إلى تشابه نمط الغناء، سواء نجح الذكر في النهاية في التزاوج، أم لا. ومع ذلك.. فإن الذكور غير الحساسة للفيرومونات، التي يمكنها الغناء لفترات طبيعية، ولكن بأنماط غنائية مختلفة[8]، تميل إلى أن تكون أبطأ وأقل نجاحًا في إقناع الإناث بالتزاوج[1,8]. وسواءٌ أكانت تلك الذكور غير قادرة على المغازلة بسبب خلل في كيفية تنويع نغماتها، أم بسبب مؤثرات أخرى غير ذات صلة، ما زال الأمر قيد البحث. وبغض النظر عما إذا كان النمط الغنائي مهمًّا للإناث، أم لا، فنحن نعرف الآن أن تنوع ذلك النمط، وربما أيضًا التنوع في سلوكيات أخرى "ثابتة"، لا ينتج ببساطة عن ضوضاء في وظائف الجهاز العصبي[6,7]. بل إن قسمًا كبيرًا من ذلك التنوع يعكس على الأغلب حسابات تجريها عقول واعية، وقابلة للتنبؤ، على المؤثرات الحسية القادمة إليها من بيئة متغيرة.

النقطة الأهم هي أن هذا الاكتشاف كان ممكنًا عن طريق متابعة كلٍّ من البيئة الحسية بدقة زمنية عالية، وفي الوقت ذاته الاستجابة السلوكية لكائن طيِّع جينيًّا خلال تفاعل اجتماعي معقد. تطبيق مثل هذا التحليل الدقيق على السلوكيات الطبيعية يمكن له، كما يوضح كوِن بذكاء، أن يلخص أنماطًا سلوكية قد تبدو معقدة، وغير قابلة للتنبؤ، في مجموعة من القواعد البسيطة والتحولات الحسية الحركية[9,10].

وبهذه الطريقة، وبدلًا من أن يكوِّن التنوع والتقيد في سلوك الحيوان ضبابًا يمنعنا من دراسة وفهم وظائف الجهاز العصبي، يمكن لهما أن يكونا مصدر ضوءٍ يساعدنا على تعيين المشاكل الحسابية التي تطور المخ لحلها. ■

الشكل 1 | أغاني ذكر ذبابة الفاكهة. أ، تجذب ذكور ذبابة الفاكهة الإناث عن طريق هز أحد أجنحتها. **ب،** للذباب نوعان مختلفان من النغمات، نغمة الطنين الزاوية، ونغمة الخرير النبضية، والتحولات من واحدة إلى أخرى تنتج عنها تتابعات غنائية متنوعة. وقد وجد كوِن وزملاؤه[1] أن تلك التحولات يمكن التنبؤ بها من خلال حركات الذباب. (المعلومات المكتوبة تحت "**ب**" مأخوذة من شكل 6 في المرجع رقم 11).

يعمل بِنس بي. أولفتشكي بقسم أحياء الكائنات والتطور، جامعة هارفارد، كمبيردج، ماساشوستس 02138، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني:
olveczky@fas.harvard.edu

1. Coen, P. *et al. Nature* **507,** 233–237 (2014).
2. Hall, J. C. *Behav. Genet.* **8,** 125–141 (1978).
3. Stockinger, P., Kvitsiani, D., Rotkopf, S., Tirián, L. & Dickson, B. J. *Cell* **121,** 795–807 (2005).
4. Yu, J. Y., Kanai, M. I., Demir, E., Jefferis, G. S. X. E. & Dickson, B. J. *Curr. Biol.* **20,** 1602–1614 (2010).
5. Spieth, H. T. *Annu. Rev. Entomol.* **19,** 385–405 (1974).
6. Faisal, A. A., Selen, L. P. J. & Wolpert, D. M. *Nature Rev. Neurosci.* **9,** 292–303 (2008).
7. Destexhe, A. & Rudolph-Lilith, M. *Neuronal Noise* (Springer, 2012).
8. Trott, A. R., Donelson, N. C., Griffith, L. C. & Ejima, A. *PLoS ONE* **7,** e46025 (2012).
9. Katz, Y., Tunstrøm, K., Ioannou, C. C., Huepe, C. & Couzin, I. D. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **108,** 18720–18725 (2011).
10. Censi, A., Straw, A. D., Sayaman, R. W., Murray, R. M. & Dickinson, M. H. *PLoS Comput. Biol.* **9,** e1002891 (2013).
11. Rideout, E. J., Dornan, A. J., Neville, M. C., Eadie, S. & Goodwin, S. F. *Nature Neurosci.* **13,** 458–466 (2010).

تكنولوجيا

الضوئيات تُنِير مستقبل الرادار

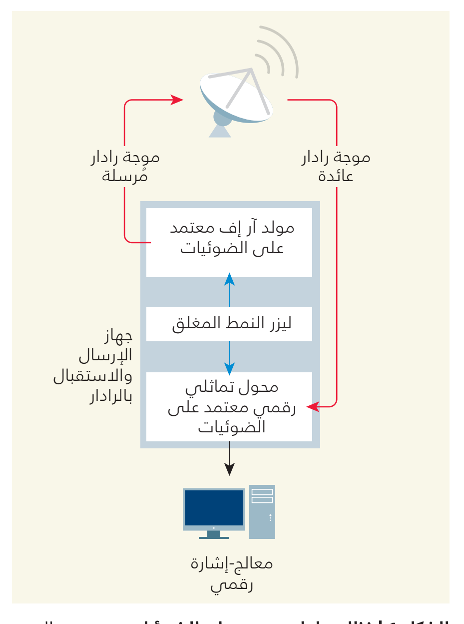
تطبيق أول نظام راداري متسق مُستنِد بالكامل للضوئيات، يُظهِر قدرة الطرق الضوئية على توليد إشارة تردد راديوية وقياسها، بما يساعد في تطوير أنظمة الرادار المعرّفة حاسوبيًّا.

جيسون د. ماكيني

لأكثر من عقد من الزمان، كان هناك سعي مكثف من التقنيات الضوئية لتخليق ومعالجة إشارات تردد راديوية واسعة النطاق (معدل نقل بيانات عالي) في تطبيقات تتراوح بين الاتصالات اللاسلكية إلى الرادار. والدافع وراء هذا العمل يتمثل في التحدي الرئيس وهو: غياب أنظمة إلكترونية قادرة بشكل مباشر على توليد، وتجهيز ورقمنة الإشارات التي لها ترددات مركزية عالية وذات نطاقات تردد عريضة، مع الحفاظ على دقة الإشارة (الحد الأدنى من محتوى الإشارة الزائفة ومستويات ضوضاء منخفضة). من المؤكد أن هذا التحدي سيبقى، نظراً للاهتمام المتصاعد بترددات متوسطة أعلى وسرعة إشارة ملائمة أكثر للتصاميم الهندسية الرادارية المعرّفة بالبرمجيات - تلك التي يمكن تغيير الإشارة المطلوبة منها بسرعة تحت سيطرة برمجية حاسوبية. سرعة تغيير تلك الإشارة يمكن أن يقدم، على سبيل المثال، زيادة وضوح الإشارة الرادارية. في العدد الصادر في 20 مارس الماضي من دورية "نيتشر"، يصف جيلفاي وزملاؤه[1] أول عرض ميداني لنظام رادار متسق يعتمد على التقنيات الضوئية. ويُوضح عملهم هذا أن مثل هذه التقنيات قد تكون قادرة بالفعل على إمدادنا بجيل جديد لأنظمة الرادار

تعتمد أنظمة الرادار المتسقة[2] على استخدام كلٍّ من السعة والطور (التردد) الموجي لإشارة الرادار التي تنعكس من هدف معين (عائد الرادار) لتوفير بيانات لكلٍّ من مدى وسرعة الهدف. في نظام كهذا، يُصمم شكل الموجة الرادارية بتردد متوسط منخفض -أي اختيار سعة النطاق الترددي- لإعطاء مدى الوضوح المرغوب، ثم تتم إزاحة هذه الموجة إلى تردد متوسط أعلى من خلال الضرب (المضاعفة) بقيم مستقرة لإشارة (ناقلة) موجة تردد راديوي (آر إف) متصلة، وبالتالي يمكن تكبيرها وإرسالها إلى الهدف. عند استقبال الموجة الرادارية المنعكسة، نجد أنها مُزاحة إلى تردد متوسط أقل، ومرة أخرى من خلال مضاعفاتها بقيم محددة لإشارة آر إف، ومن ثم معالجتها لاستخراج بيانات الهدف وسرعته.

يتم الحصول على معلومات المدى من توقيت وصول موجة الرادار. ويتم تحديد مدى الوضوح بواسطة مُدة سعة النطاق المحددة للموجة، وتتحسن درجة الوضوح كلما قلت تلك الفترة. إن الحاجة إلى زيادة الوضوح يتطلب استخدام ترددات ناقلة بقيم أعلى، والتي تعتبر ضرورية للحصول على موجات بمُدد أقصر. ويتم الحصول على بيانات سرعة الهدف من خلال مقارنة تردد موجة الرادار العائدة مقابل إشارة مرجعية لموجة متصلة ومستقرة لها



الشكل 1 | نظام رادار معتمد على الضوئيات. يوجد هناك في قلب النظام الراداري الـ مُرسِل-مُستقبِل (transceiver) ليزر النمط المغلق (MLL) الذي نفذه جليفاي وآخرون[1]. يتم توصيل هذا الليزر عن طريق ألياف ضوئية (الأسهم الزرقاء) إلى مولد ضوئي للتردد الراديوي (آر إف)، ومن ثم يتم تضمين الليزر الخارج أولًا ثم تحويله إلى شكل إلكتروني للحصول على إشارة الرادار. يتم توصيل ليزر النمط المغلق أيضًا إلى محول ضوئي تماثلي رقمي. ويوصل مُخرَج المولد إلى هوائي بواسطة كابل آر إف (السهم الأحمر إلى اليسار) ومن ثم تُرسل نحو الهدف. يتم جمع الإشارة المرتدة من الهدف (عودة الرادار) عن طريق الهوائي، ثم توجّه عن طريق كابل آر إف (يمين السهم الأحمر) إلى الـمحوّل. يعمل المحوّل على قطار من نبضات ليزر النمط المغلق لقياس اتساع الإشارة المرتدة في أحوال منفصلة زمنيًّا، بصريًّا مع دقة عالية (التصنيف البصري). يتم تحويل العينات البصرية الناتجة إلى شكل إلكتروني رقمي، وتُنقل (السهم الأسود) إلى معالج-إشارة رقمي حاسوبي. (رسم توضيحي مقتبس من الشكل 2 من الورقة البحثية 1).

التردد ذاته لموجة الرادار الأصلية الصادرة. ولو كان الهدف متحركًا، سينزاح تردد الموجة الرادارية العائدة بالنسبة للتردد الأصلي بسبب تأثير دوبلر Doppler effect (في الترددات الصوتية، يشبه هذا أثر اختلاف تلقي تواتر صوتي لصفارة إنذار عند مرورها بشخص ما). إن القياس الدقيق للسرعة يتطلب أن يكون كلٌّ من تردد الإشارات الناقلة والمرجعية معروفًا بدرجة عالية من اليقين، مما يعني أن يكون مستوى الضجيج لهما منخفضًا.

في الرادارات الرقمية المتسقة، تتم معالجة عائد الرادار باستخدام الحاسوب. وهذه المعالجة تتطلب استخدام محول تماثلي رقمي (إيه دي سي) عالي الدقة، والذي يقيس سعة موجة الرادار العائدة عند أحوال زمنية منفصلة ثم يحول هذه القياسات (العينات) إلى بيانات رقمية مناسبة للمعالجة بالحاسوب. هذه الرقمنة (التحويل الرقمي) تتطلب معرفة دقيقة جدًّا للوقت الذي تأخذة كل عينة في المحول التماثلي الرقمي، والذي بدوره يستلزم أن يكون الاختلال الزمني - الاختلاف في الوقت بين العينات المتعاقبة - أقل ما يمكن. انخفاض مستوى ضجيج الطور والحد الأدنى للاختلال الزمني يرتبطان ارتباطاً وثيقًا: فالاختلال الزمني يتناسب طرديًّا مع ضجيج الطور المدمج رياضيًّا في التردد[3]، ومن ثم فالتقليل من الضجيج يؤدي إلى التقليل من الاختلال الزمني.

لندخل إلى ليزر النمط المغلق: فئة من أجهزة الليزر تمتاز باحتفاظ أنماط التذبذب البصرية بعلاقة طور مستقرة للغاية (ومن ثم يطلق عليها مصطلح النمط المغلق). هذا الاستقرار الطوري الناتج في قطار تواتري من نبضات الليزر يظهر اختلال زمني منخفض. عندما يتم اختيار نمطين بصريين من قِبل مُرشح بصري يوضع خارج الليزر وبعد ذلك يوجه إلى جهاز استشعار للضوء والمعروف باسم الثنائي-الضوئي، فإن مُخرَج مُستشعر الضوء الكهربي سيكون عبارة عن إشارة ترددات راديوية ذات طور ضوضائي منخفض. تردد هذه الإشارة يتم ضبطه بسهولة على أساس النمطين البصريين الذي تم تحديدهما سلفًا، ويتم تحديد الكفاءة التي يتم بها تخليق إشارة الترددات الراديوية بناءً على الاستجابة الكهربائية من الثنائي الضوئي للتردد الذي تم اختياره. ولتطبيقات الرادار المتسق، فإن مثل هذا الليزر يوفر أداة جذابة يمكنها توليد إشارات تردد راديوية انضباطية منخفضة الطور الضوضائي وتخدم أيضًا كقاعدة لجهاز محوّل منخفض الاختلال الزمني. وهذا هو بالضبط مافعله جيلفاي وزملاؤه لبناء نظام رادار متسق كجزء من مشروع فودير PHODIR ("رادار رقمي ضوئي بالكامل").

في هذا المشروع، تم استخدام ليزر نمط مغلق أحادي لتوليد موجة مستمرة من إشارات آر إف اللازمة وأخذ عينات من موجات العودة في محوّل بصري. هذه العمليات هي لُب مشروع رادار مستند للضوئيات كـمُرسِل-مُستقبِل، أو ترانسيفر (transceiver) (الشكل 1). أظهرت القياسات المعملية أن إشارات الموجة المتصلة الناتجة بتردد يقارب 40 جيجاهيرتز تُظهر طورًا ضوضائيًّا ضمنيًّا واختلالًا زمنيًّا، يقارب نصف ما تصدره أحدث مولدات آر إف التقليدية. ومن الأكثر إثارة، بسبب أن الاختلال الزمني لقطار من نبضات الليزر أقل عشر مرات من مثيلاتها في أفضل محولات التماثل الرقمي الإلكترونية الموجودة، مما مكّن المؤلفين من رقمنة دقة تسجيل إشارات موجية متصلة عند 40 جيجاهيرتز. هذا المحوّل البصري يمتلك دقة رقمنة أفضل نحو 100 مرة من أفضل نظير إلكتروني. وقد أظهر الجهاز دقة رقمنة تقارن بتلك التي تمتلكها المحولات[4] الضوئية المماثلة على مدى عرض نطاق ترددي أكبر بعشرة أضعاف – وهي نتيجة لافتة.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

في عرضٍ هو الأول من نوعه، قام جيلفاي وزملاؤه بإلحاق جهازهم المُرسِل-المُستقبِل الضوئي في بنية رادار متسق يعمل على تردد ناقل حوالي 10 جيجاهرتز، واختباره في وضع عمل حقيقي عن طريق قياس مسارات صعود عديد من الطائرات، ثم قارنوا بيانات ما حصلوا عليه للمدى والسرعة ببيانات مماثلة، متاحة من مصادر عامة مستقلة، فوجدوا تطابقًا ممتازًا بين مجموعتي البيانات. توضح النتائج جليًّا أن جهازهم للإرسال والاستقبال القائم على الضوئيات يمكن أن يُستخدَم بنجاح في نظام رادار.

والعروض المنفردة لجهاز النظام المُرسِل والمحول هي من الطرز العالمية فيما يتعلق بتلك الأجهزة الأخرى القائمة على الضوئيات. وبالإضافة إلى ذلك.. فإن سهولة الناقل الانضباطي والإشارات المرجعية، فضلًا عن المحوّل الضوئي، قد أزالت الكثير من التعقيد في تحويلات التردد اللازمة في جميع تطبيقات الرادار الإلكترونية. وهذه العناصر، والجمع بينهما في نظام وظيفي متكامل، هي بالتأكيد مكونات جذابة لترددات جديدة مستقبلية، وتصميمات رادارية حاسوبية.

وهناك سؤال مهم، يحتاج إلى إجابة: هل يمكن للرادارات المعتمدة على الضوئيات أن تحقق أداء مماثلًا أو أفضل من جميع نظرائها الإلكترونيين؟ والإجابة عن هذا السؤال تتطلب المقارنة المباشرة بين الإصدارات الضوئية والإلكترونية للرادار نفسه. وبالمقارنة مع النظام المذكور هنا، تُظهِر أنظمة الرادار الرقمية التجارية الحالية، التي تعمل على تردد ناقل بمقدار 10 جيجاهرتز، مدى ديناميكيًّا أعلى بكثير (مدى قدرة استقبال إشارة العودة التي يمكن للرادار أن يستجيب إليها خطيًّا)، وذلك لأن المدى الديناميكي يُترجَم مباشرة إلى حساسية الرادار، وتحديد هدف بشكل خطأ، ومن ثم فالقيمة العالية لهذه الكمية أمر بالغ الأهمية.

هناك قلق آخر بخصوص مدى الرادار، وهي المسافة التي يمكن للرادار خلالها الكشف عن هدف بنجاح. زيادة المدى تتطلب وقت معالجة أطول، مما يضع حدودًا أكثر تشددًا على الاختلال الزمني طويل المدى والضجيج الطوري عند ترددات تعويضية منخفضة من إشارة الناقل - الكميات التي يصعب تقليلها[5] في التصميمات القائمة على الضوئيات.

أثارت دراسة جيلفاي وزملائه أسئلة أخرى.. ففي أي أنواع أنظمة الرادار يمكن للضوئيات أن يكون لها أكبر الأثر؟ بالنظر إلى تطبيق معين للرادار، ما هي المتطلبات (المرتبطة ـ على سبيل المثال ـ بالاختلال الزمني وضوضاء الطور) التي يجب أن توضع فيما لدينا من تقنيات، وهل يمكن حينها أن يتحقق ذلك؟ الإجابة على هذه الأسئلة ستؤدي ـ بلا شك ـ إلى مزيد من الإثارة والتحدي للبحوث في السنوات القادمة. ■

جيسون دي. ماكيني يعمل في قسم ضوئيات المايكروويف، شعبة العلوم البصرية، مختبر بحوث البحرية الأمريكية، واشنطن العاصمة 20375، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: jason.mckinney@nrl.navy.mil

1. Ghelfi, P. *et al. Nature* **507,** 341–345 (2014).
2. Skolnik, M. (ed.) *Radar Handbook* 2nd edn (McGraw-Hill, 1990).
3. von der Linde, D. *Appl. Phys. B* **39,** 201–217 (1986).
4. Kim, J., Park, M. J., Perrott, M. H. & Kärtner, F. X. *Opt. Express* **16,** 16509–16515 (2008).
5. Fortier, T. M. *et al. Nature Photon.* **5,** 425–429 (2011).

علم الفضاء

شرائــط الفضــاء القريب من الأرض تنكشِــف

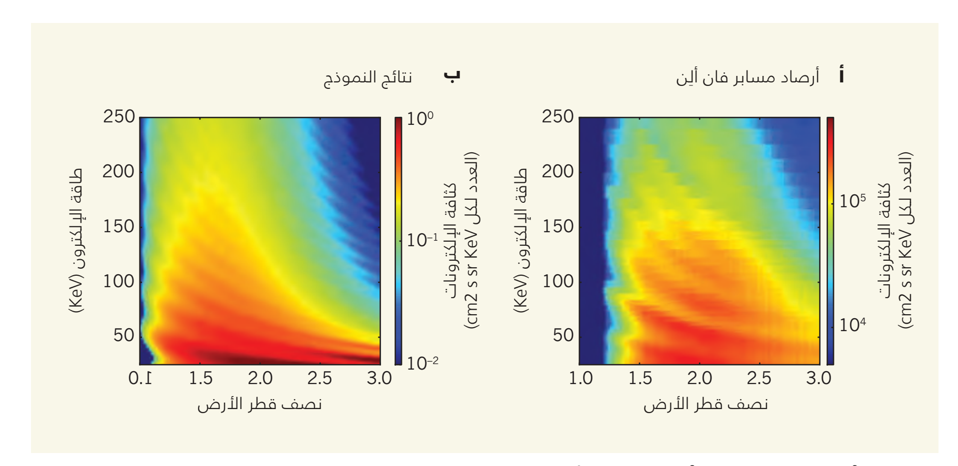
تُبدي الإلكترونات في مجال الأرض المغناطيسي، غالبًا، أنماط كثافة شريطية كدالّة لطاقة الإلكترون وارتفاعه. ويستطيع الآن نموذج أن يفسِّر هذه السمة، آخذًا في الحسبان بعض الآثار المهمة على نحو غير متوقع.

دْرُو إل. ترنَر

باستعمال بعض أوائل الأقمار الصناعية العلمية التي وُضِعت على المدار في أواخر خمسينات القرن العشرين، أورد[1،2] فريقان يرأسهما الفيزيائيان جيمس فان ألِن، في الولايات المتحدة، وسِرجي فِرنوف، في الاتحاد السوفييتي، -كلٌّ على حدة- عن مناطق محددة من الإشعاع في الفضاء القريب من الأرض. وأصبحت تلك المناطق معروفة بأحزمة إشعاع الأرض، وهي تمثِّل أول اكتشاف علمي رئيس في عصر الفضاء. ومع ذلك.. وبرغم عقود من الدراسة، ظلت أسئلة كثيرة في فيزياء تلك الأحزمة بلا إجابة، معظمها يتعلّق بطبيعة الأحزمة الداخلية والخارجية المزدحمة بالإلكترونات التي تتحرك بسرعة قريبة من سرعة الضوء. ونظرًا إلى أن المجتمع أصبح أكثر اعتمادًا على التقنية القائمة على الأقمار الصناعية، فقد أصبح ضروريًّا على نحو متزايد فهم التغيُّر في أحزمة الإشعاع تلك، لأن "الإلكترونات القاتلة "[3] ذات الطاقة العليا يمكن أن تؤدي إلى أذى بالغ لإلكترونيات المركبة الفضائية الحساسة[4]. وفي العدد الصادر في 20 مارس الماضي من دورية "نيتشر"، قدَّم أوخورسكي وزملاؤه[5] أرصادًا، ونموذجًا لسمة مميزة لحزام الإشعاع الداخلي، لم يُعطَ تفسيرٌ لها من قبْل، وأسمَوْها شرائط الزيبرا.

بفحص بياناتِ مهمات سابقة ولَّدتها أجهزة "تجربة التركيب الأيوني لمسابر عاصفة حزام الإشعاع"[6] -أو آربي سبايس- (RBSPICE) المحمولة على متن التوأم فان ألِن (قمران صناعيان لناسا)[7]، عثر أوخورسكي وزملاؤه على شريط الزيبرا المميَّز ضمن مخططات كثافة الإلكترونات كدالة لطاقة الإلكترون ومسافته القطْرية الاستوائية، التي يبين الشكل 1 أ مثالًا لها. وكان شكل من هذا النوع قد استُنتِج[8] من أرصاد مركبة ديمتر الفضائية منخفضة الارتفاع، واعتُقد أنه ناجم عن تفاعلات بين إلكترونات الحزام الداخلي وموجات البلازما شديدة انخفاض الترددات، أثناء العواصف المغناطيسية الأرضية، وهي فترات نشطة من النشاط المغناطيسي الأرضي.

وبوجود الأرصاد الجديدة من تجربة آربي سبايس، التي رصدت الشرائط في معظم المرورات المدارية للأقمار الصناعية، أصبح من الواضح أن الشرائط هي سمة منتظمة لحزام الإشعاع الداخلي. وقد شوهدت ضمن ارتفاع نحو 13,000 كيلومتر عند خطوط عرض مغناطيسية أرضية منخفضة (خطوط عرض منسوبة إلى محور الأرض المغناطيسي)، حتى ضمن ظروف مغناطيسية أرضية هادئة. وخلافًا للافتراض السابق، تتصف الشرائط بكونها أكثر ترابطًا واستقرارًا أثناء فترات النشاط المغناطيسي الأرضي المنخفض، وهذا ما أوحَى إلى أوخورسكي وزملائه إعادة النظر في الكيفية التي يمكن لهذه السمات المنتظمة أن تتكوَّن بها.



الشكل 1 | أنماط شرائط الزيبرا. أ، مثال لأرصاد أنماط شرائط الزيبرا في كثافة إلكترونات حزام إشعاع الأرض الداخلي بدلالة طاقة الإلكترون (بالكيلو إلكترون فولت)، والمسافة من الأرض (معبَّرًا عنها بنصف قطر الأرض من مركزها). أُجريَت الأرصاد بواسطة أجهزة آربي سبايس (RBSPICE) على متن القمرين الصناعيين التوأم فان ألِن. وجرى التعبير عن الكثافة بوحدات عدد الإلكترونات (العدد) لكل سنتيمتر مربع في الثانية للستيراديان للكيلو إلكترون فولت. **ب،** أعاد أوخورسكي وزملاؤه[5] إنتاج هذه الأرصاد باستعمال نموذج تتفاعل فيه رنينيًّا الإلكترونات المنزاحة في مجال مغناطيسي مشابه لمجال الأرض، مع مجال كهربي مستحث وميل بين عزم الكوكب المغناطيسي ومحور دورانه. (الرسمان نسخة معدلة من الشكل 1 في المقالة[5]).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

يهيمن على حركة الجسيمات المشحونة عالية الطاقة في المجال المغناطيسي الأرضي، ومنها الإلكترونات والبروتونات، تركيب من القوى الكهربية والمغناطيسية يُدعى قوة لورنتس. ونظرًا للطبيعة ثنائية القطبية للمجال عمومًا، يمكن لإلكترونات حزام الإشعاع أن تُؤسَر تمامًا كما يحصل في ظاهرة المجال الكلاسيكية المعروفة بـ"القارورة" المغناطيسية. وتخضع الجسيمات المأسورة إلى ثلاثة أنواع من الحركة الدورية: دوران حول خطوط المجال المغناطيسي، وحركة ارتدادية على طول خطوط المجال ـ ربما من القطب إلى القطب ـ وحركة انزياحية متعامدة على خطوط المجال في السمت (طوليًّا) حول الكوكب نتيجة لقوى مقترنة بتدرُّج وانحناء المجال المغناطيسي.

وأكثر من ذلك.. ونظرًا إلى أن عزم الأرض المغناطيسي ليس موازيًا لمحور دورانها، يتولَّد مجال كهربي مستحث. وقد اعتُقد في السابق أن هذا المجال الكهربي المهتز غير مهم لحركة الجسيمات في حزام الإشعاع عند الأرض، لأن مقدار الطاقة الحركية لتلك الجسيمات أضعاف تلك التي يسببها المجال الكهربي، إلا أن أوخورسكي وزملاءه يرون أنه بسبب استقلال دوران الأرض عن النشاط المغناطيسي الأرضي، قد يكون للمجال الكهربي دور في تكوين شرائط الزيبرا.

استعمل الباحثون نموذجًا يُحاكي حركة جسيمات اختبارية في مجال مغناطيسي شبيه بمجال الأرض ويتضمن مجالًا كهربيًا مهتزًا مستحثًا. يوضِّح النموذج أن توزُّعًا ناعمًا للإلكترونات ينشأ في البداية ضمن أنماط شرائط الزيبرا (الشكل 1ب). وتتشكَّل هذه الأنماط نتيجة للتفاعل (الرنين الطوري) بين حركات الإلكترونات الانزياحية التي تتعلق بطاقاتها ومواضعها القطْرية، والاهتزازات النهارية للمجال الكهربي المستحث. في هذا التفاعل، تخضع الإلكترونات لظاهرة تُدعى "مزج طور الانزياح" (Drift Phase Mixing)، والتي تؤثِّر في طاقاتها ومواضعها القطْرية، مولِّدة قممًا وقيعانًا مميزة في كثافة الإلكترونات كدالة بالطاقة والموضع القطْري. لذا، تكون شرائط الزيبرا المشاهدة في كثافات الإلكترونات مجرد تجليات لتوزيع الإلكترونات الناجم عن مزج طور الانزياح ذلك.

يُعدُّ نموذج أوخورسكي وزملاؤه بسيطًا نسبيًّا، ومع ذلك فهو يحاكي شرائط الزيبرا على نحو جيد جدًّا أثناء الظروف المغناطيسية الأرضية الهادئة. ويبيِّن المؤلفون أيضًا أنه يمكن تعديل النموذج لتفسير كيفية اختلال أنماط شرائط الزيبرا بالاضطرابات أثناء العواصف المغناطيسية الأرضية. وسيدفع هذا الفهم الجديد فيزيائيِّي الفضاء إلى إعادة النظر في مفاهيمهم عن حركات جسيمات حزام الإشعاع وتعقيداتها الدقيقة. وقد سلطت النتائج الضوء كذلك على طبيعة حركات جسيمات حزام الإشعاع في المنظومات الكوكبية الأخرى[9]، مثل المشتري ونبتون وأورانوس، لأن لجميع تلك الكواكب فترات دوران سريع وميلًا ملحوظًا بين العزم المغناطيسي ومحور الدوران (عدا زحل). لذا.. سيكون في إمكاننا أن نتطلع لاختبار النموذج باستعمال أرصاد تلك المنظومات من مهمات فضاءٍ مستقبلية. ■

يعمل **درُو إل. ترنَر** في قسم علوم الأرض والكواكب والفضاء بجامعة كاليفورنيا، لوس أنجيليس، لوس أنجيليس، كاليفورنيا 90095-1567، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: dturner@igpp.ucla.edu

1. Van Allen, J. A. & Frank, L. A. *Nature* **183,** 430–434 (1959).
2. Vernov, S. N. & Chudukov, A. E. in *Proc. Moscow Cosmic Ray Conf.* Vol. 3 (ed. Syrovatsky, S. I.) 19–29 (Int. Un. Pure Appl. Phys., Moscow, 1960).
3. Horne, R. B. *Nature Phys.* **3,** 590–591 (2007).
4. Baker, D. N. *Science* **297,** 1486–1487 (2002).
5. Ukhorskiy, A. Y. *et al. Nature* **507,** 338–340 (2014).
6. Mitchell, D. G. *et al. Space Sci. Rev.* **179,** 263–308 (2013).
7. Mauk, B. H. *et al. Space Sci. Rev.* **179,** 3–27 (2013).
8. Sauvaud, J.-A. *et al. J. Geophys. Res. Space Phys.* **118,** 1723–1736 (2013).
9. Mauk, B. H. & Fox, N. J. *J. Geophys. Res.* **115,** A12220 (2010).

الجيولوجيا

المخزون العميـق للميـاه في الأرض

تؤكد عيِّنة صغيرة من معدن موجود في عينة من الماس التوقعات التي نتجت عن تجارب مخبرية تحت ضغط عال بأن هناك مخزونًا كبيرًا من المياه، يضاهي كميات المياه في المحيطات، في وشاح كوكب الأرض.

هانز كبلر

إلى أيِّ مدى نعلم ما الذي يُوجَد في أعماق كوكب الأرض، على عمق يتجاوز 500 كيلومتر تحت أقدامنا؟ المفاجأة أننا نعرف الكثير، وذلك حسب ورقة كتبها بيرسون وزملاؤه[1] في العدد الصادر في 13 مارس الماضي من دورية "نيتشر". يصف المؤلفون أول عيّنة من معدن غير عادي من المناطق الانتقالية في وشاح الأرض، والموجودة على عمق يتراوح بين 410 و660 كيلومترًا. تشير دراستهم إلى أن العينة تعتبر غنية بالمياه، مما يدعم النظرية القائلة إن هذه المنطقة في الأرض منطقة مائية.

تشير الملاحظات المتعلقة بالزلازل إلى أن سرعة الموجات الزلزالية تتغير بشكل مفاجئ في الفجوات الفاصلة بين الوشاح العلوي، والطبقة الانتقالية، والوشاح السفلي من تحته. وقد لعب الجيولوجي ألفريد رينجوود دورًا رياديًّا في طرح نظرية، مفادها أن وجود هذه المنطقة الانتقالية سببه تغيرات طَوْرية في المعدن المسمى بالزبرجد - $(Mg,Fe)_2SiO_4$ - الذي يشكل غالبية الوشاح الأعلى. تنتج عن بعض هذه التغيرات مراحل من الضغط العالي، تتضمن مرحلة تتميز بتركيب بلّوري معروف بالإسبينيل[2]. وعندما تم إيجاد الزبرجد، ذي تركيب الإسبينيل، في نيازك تعرضت لصدمات ضغط عالٍ أثناء ارتطامها في الفضاء، تمَّت تسمية هذا المعدن ـ وبشكل ملائم ـ رينجووديت[3] (Ringwoodite).

وحتى الآن، لم يتمكن أحد من مشاهدة الرينجووديت من وشاح الأرض، مع أن علماء الفيزياء الأرضية واثقون من وجوده. ومعظم الناس (وأنا منهم) لم يتوقعوا أبدًا أن يشاهدوا مثل هذه العينة. وتُعتبر العينات من الطبقة الانتقالية والطبقة السفلى من وشاح الأرض نادرة جدًّا، ولا توجد إلا في عدد قليل من عيِّنات الماس غير العادية، ولكنْ حتى داخل الماسة، فإن الانخفاض في الضغط الخارجي ـ الذي يحدث كلما ارتفعت الماسة نحو سطح الأرض ـ سيؤدي إلى تحول الرينجووديت إلى زبرجد مرة أخرى، إلا أنه في عيِّنة الماس التي درسها بيرسون وزملاؤه، استمر الرينجووديت في تركيبته الأصلية. يُعتبر هذا اكتشافًا مذهلًا، ويشير إلى أن نقل العينة إلى السطح كان سريعًا جدًّا -غالبًا عن طريق انفجار بركاني تم تغذيته مباشرة عبر الصهارة البركانية التي تنتج في المنطقة الانتقالية.

كان يُعتقَد ـ لزمن طويل ـ أن كل كميات المياه التي وُجدت داخل الأرض تم إطلاقها عن طريق الانفجارات البركانية على مدى الزمن الجيولوجي، وأنها الآن موجودة في المحيطات، لكن هذا الرأي تغيَّر بعد دراسة[4] أشارت إلى أن الوادسليت (Wadsleyite) -شكل آخر من الزبرجد ينتج تحت ضغط تم تصنيعه أولًا عن طريق مجموعة رينجوود[5] - يمتلك تركيبًا بلوريًّا غير عادي، يجعله في طور يتميز بإمكانية تخزين المياه. وتم تأكيد ذلك لاحقًا في عديد من الدراسات التجريبية، وقد وجدت إحدى الدراسات[6]، ليس فقط كميات من المياه الموجودة في الوادسليت تحت ضغط كبير في المختبر، ولكن أيضًا كميات من المياه تقترب من 2% بالوزن في الرينجووديت. هل توجد مياه في



الشكل 1 | مشهد لأعماق الأرض. تمثل هذه اللوحة التي رسمها إدوارد ريو من رواية جول فيرن "رحلة إلى مركز الأرض 1864" كيف تخيَّل الروائي الفرنسي محيطًا من المياه في أعماق الأرض.

BRITISH LIBRARY/ROBANA VIA GETTY

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



الشكل 2 | ماسة تتضمن جزءًا من الرينجوودیت. اكتشف بيرسون وزملاؤه[1] عيِّنة ميكروسكوبية من الرينجوودیت، وهو أحد أشكال الزبرجد في هذه الماسة من منطقة خوينا في البرازيل. يصل طول العينة إلى 5 مليّمترات كحد أقصى.

الرينجوودیت؟ وبدا هذا غير ممكن، لأن المعدن يمتلك تركيبة إسبينيل، وتراكيب الإسبينيل الموجودة طبيعيًّا لا تتحمل وجود المياه على هيئة مجموعات هيدروكسيل (OH)، إلا أن الدراسات اللاحقة أكدت أن الرينجوودیت يملك قدرة عالية على حفظ المياه، مشابهة لقدرة الوادسليت. يتم معادلة الفراغات المشحونة سالبًا بأيونات المغنيسيوم في التركيب، عن طريق الترابط بين البروتونات (أيونات هيدروجين) وذرات الأكسجين. وتمثل مجموعة الهيدروكسيل التي تم تركيبها بهذه الطريقة "مياهًا" مذابة كيميائيًّا في التركيبة البلّورية.

وإمكانية ذوبان كمية كبيرة من المياه في الرينجوودیت تحت ضغط عالٍ لا تعني بالضرورة أن الرينجوودیت في وشاح الأرض يحتوي على المياه أيضًا، ولكن نظرًا إلى أن مستوى ذوبان المياه في الرينجوودیت أعلى من بقية المعادن، ومنها الزبرجد، فإن مبادئ الديناميكا الحرارية تتوقع أن المنطقة الانتقالية ـ حيث يكون الرينجوودیت مستقرًّا ـ يجب أن تكون غنية جدًّا بالمياه، مقارنةً بالوشاح العلوي[7]. إنّ فكرة وجود طبقة مائية في المنطقة الانتقالية أثارت حماسة علماء الأرض لعدة سنوات، وحدثت عدة محاولات[8-10] لتفسير محتوى المياه من خلال ملاحظات مختلفة منها الاستشعار عن بعد للتوصيل الكهربي في المنطقة الانتقالية، وتحديد عمق الانقطاع الزلزالي بدقة، لكن النتائج كانت مختلطة جزئيًّا، لأن أي خاصية لوشاح الأرض يمكن قياسها لا تعتمد فقط على محتوى المياه في المعادن الموجودة، ولكن أيضًا على متغيرات أخرى، وخاصة درجة الحرارة. وسيكون جيدًا الحصول على عينة من معدن موجود في المنطقة الانتقالية، يمكن قياس محتوى المياه فيه داخل المختبر.

توفر دراسة بيرسون وزملائه هذه العينة المطلوبة تمامًا، إذ وجد الباحثون أن الأطياف تحت الحمراء لعيِّنتهم ـ في منطقة الطول الموجي حيث تمتص مجموعة الهيدروكسيل هذا الإشعاع ـ تعتبر مشابهة بشكل مدهش لتلك العينات الصناعية التي تصل فيها كميات المياه إلى 1% بالوزن -بالقرب من مستوى 2% المذكور آنفًا. وإذا كانت هذه العينة ممثلة للمدى الكامل للعمق في الجزء السفلي من المنطقة الانتقالية، ما بين 520 و 660 كيلومترًا، حيث يكون الرينجوودیت مستقرًّا، فهذا يعني كمية 1.4×10^{21} كيلوجرام من المياه، أي كمية متقاربة مع كتلة كل المحيطات مجتمعة. وبطريقة ما، هذا محيط من المياه داخل الأرض، تمامًا كما تخيّله جول فيرن في روايته الشهيرة عام 1864 "رحلة إلى مركز الأرض" (الشكل 1)، ولكن ليس على شكل مياه سائلة، بل مجموعات هيدروكسيل في معدن غير عادي.

ومع أن بيرسون وزملاءه أكّدوا وجود الرينجوودیت، وبكميات كبيرة من المياه بداخله في عينة الماس (الشكل 2) من المنطقة الانتقالية، ليس جليًّا بعد إلى أيّ مدى تُعتبر هذه العينة ممثلة للمنطقة الانتقالية ككُل. يتم عادة نقل الماس إلى سطح الأرض عن طريق صهارة من الكمبرليت (Kimberlite)، التي تقوم بتغذية الانفجارات البركانية الكبيرة[11]. لم يتم تسجيل أي انفجار بركاني كمبرليتي، لكن هنالك دلائل على أن صهارة الكمبرليت غنية جدًّا بمكونات متطايرة، مثل المياه وثاني أكسيد الكربون، وربما تمر عبر منطقة غنية بالمياه في الوشاح العلوي بموقع ما فوق الطبقة الانتقالية. وإذا كان مصدر صهارة الكمبرليت مخزنًا غير عادي للمياه في منطقة الوشاح، هناك إمكانية أنه في مناطق أخرى بالطبقة الانتقالية، يتضمن الرينجوودیت كمية أقل من المياه، مقارنة بالتي وجدها بيرسون وزملاؤه في عيِّنتهم، إلا أنه على ضوء دراسة هذه العينة، تبدو نماذج تركيب الأرض ـ التي تتضمن منطقة انتقالية جافة، أو ذات كميات مياه قليلة ـ غير واقعية الآن. ■

هانز كبلر يعمل في معهد بايرش للجيولوجيا بجامعة بايروث في ألمانيا، 95440 بايروث، ألمانيا.
البريد الإلكتروني: hans.keppler@uni-bayreuth.de

1. Pearson, D. G. *et al. Nature* **507,** 221–224 (2014).
2. Ringwood, A. E. *Am. Mineral.* **44,** 659–661 (1959).
3. Binns, R. A., Davis, R. J. & Reed, S. J. B. *Nature* **221,** 943–944 (1969).
4. Smyth, J. R. *Am. Mineral.* **72,** 1051–1055 (1987).
5. Ringwood, A. E. & Major, A. *Earth Planet. Sci. Lett.* **1,** 241–245 (1966).
6. Kohlstedt, D. L., Keppler, H. & Rubie, D. C. *Contrib. Mineral. Petrol.* **123,** 345–357 (1996).
7. Bolfan-Casanova, N., Keppler, H. & Rubie, D. C. *Earth Planet. Sci. Lett.* **182,** 209–221 (2000).
8. Huang, X. G., Xu, Y. S. & Karato, S. I. *Nature* **434,** 746–749 (2005).
9. Yoshino, T., Manthilake, G., Matsuzaki, T. & Katsura, T. *Nature* **451,** 326–329 (2008).
10. Frost, D. J. & Dolejs, D. *Earth Planet. Sci. Lett.* **256,** 182–195 (2007).
11. Kelley, S. P. & Wartho, J. A. *Science* **289,** 609–611 (2000).



RICHARD SIEMENS/UNIV. ALBERTA

خمسون عامًا مضت

أوضحت نتائج أبحاث مؤخرًا أن محتوي الفلورايد في أسنان اليونانيين، بمدن أثينا وسالونيكا، كان مرتفعًا بشكل كبير. وقد يفسر ذلك ـ ولو بشكل جزئي ـ انخفاض معدل انتشار تسوس الأسنان، الذي لوحظ في اليونان. وباستثناء ملح البحار، فإن محتوي الفلورايد بالأطعمة الأخرى التي يتم إنتاجها واستهلاكها بصورة شائعة في اليونان غير معروف. وأوضحت التحليلات أن محتوى الفلورايد في زيت الزيتون المأخوذ من جزيرة كريت كان يبلغ 0.36 جزء في المليون، بينما كان محتوي الفلورايد في زيت الزيتون المنتَج بمنطقة كالاماي يبلغ 0.63 جزء في المليون. ويظهر ذلك أن محتوى الفلورايد في زيت الزيتون بالوجبة الغذائية اليومية باليونان لا يشكل أي إسهام ذي دلالة بالنسبة لكمية الفلورايد التي يحصل عليها المواطن اليوناني من طعامه. وعلي ذلك.. يظل ملح البحر حاليًا مصدرًا مهمًّا للفلورايد من الغذاء في اليونان، للحماية من تسوُّس الأسنان. وقد تنطبق هذه الحالة تمامًا مع حال دول أخرى، مثل تايوان وسيلان ولبنان، بسبب العادات الغذائية المحلية، وكمية ملح البحر المستهلَكة، التي قدرت بما يتراوح بين 16 و20 جرامًا للفرد يوميًّا.

من دورية "نيتشر"، عدد 14 مارس 1964

مئة عام مضت

فكِّر قليلًا في التدفق الهائل للمكالمات التي تصب بهدوء عبر سنترال مدينة نيويورك، حيث يتم فرزها، وإعادة توجيهها، وبثها بصورة مسموعة لمسافات بعيدة، ربما تتعدي آلاف الأميال. تضم مدينة نيويورك 450 ألف عدة تليفون، وهو ضعف العدد المستخدَم في لندن. أما مدينة لوس أنجيليس، فتحتوي علي جهاز تليفون لكل أربعة مقيمين بها... وقد أعيد تنظيم الهيكل الاجتماعي بكامله، إذ تم تجميعنا معًا في خندق واحد للمحادثات، ومباشرة شؤوننا، وذلك لأن الشركة الأمريكية للتليفون والتليغراف تنفق سنويًّا علي الأبحاث مبلغًا يفوق مجموع إيرادات عدد كبير من الجامعات.

من دورية "نيتشر"، عدد 12 مارس 1914

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

ملخصات الأبحاث



غلاف عدد 13 مارس 2014
طالع نصوص الأبحاث فى عدد 13 مارس من دَوْرِيّة "نيتشر" الدولية.

الأحياء المجهرية

تصميم لقاح بِحِيلَة

استكشف وليام شيف وزملاؤه طرقًا لتصميم البروتين حسابيًّا لتوليد مرشحات جديدة للقاح فيروس المدمج الخلوي التنفسي البشري (RSV). وظهر أن سقالات البروتين الاصطناعية التي تحاكي بنية حاتمة فيروس المدمج الخلوي التنفسي أو محدد المستضد تستحث الأجسام المضادة المحيدة لفيروس المدمج الخلوي التنفسي بقرود المكاك. وطريقة تصميم البروتين المستخدمة هنا ـ التي تبني البروتين حول موتيف فعال لتحقيق استقرار هيئة ذلك الموتيف ـ قد يكون لها تطبيق واسع في تطوير اللقاح.

Proof of principle for epitope-focused vaccine design
B Correia *et al*
doi:10.1038/nature12966

الأمراض العصبية الوراثية

سُمِّيّة الريبي في الباثولوجيا العصبية

تكمن توسعات التكرار ـ وهي طفرات تتولد بها نسخ إضافية من تتابعات الحمض النووي المتكررة ترادفيًّا ـ وراء أكثر من 40 مرضًا وراثيًّا، تؤدي إلى مشكلات عصبية وعصبية عضلية. تم تحديد تمدد تكرار سداسي النيوكليوتيد *C9orf72* سببًا لمرض التصلب الجانبي الضموري (ALS) والعتة الجبهي الصدغي (FTD). يحتوي *C9orf72* الطبيعي على ما يصل إلى 25 تكرارًا، في حين أنه يبلغ آلافًا لدى الأفراد المصابين. تقترح هذه الدراسة أن زيادة سمية الحمض النووي الريبي تكمن وراء نشوء المرض المرتبط بتمدد تكرار سداسي النيوكليتيد *C9orf72* لدى مرض التصلب الجانبي الضموري، والعتة الجبهي الصدغي. ظهر أن تكرارات سداسي النيوكليوتيد *C9orf72* المنسوخة تتقيد الي بروتينات نووية ريبية محددة، مثل نوكليولين، بطريقة تعتمد على التشكل (الهيئة). ونتيجة لذلك.. يُساء تموضع النوكليولين، ويَضعُف وظيفيًّا، مما يؤدي إلى إجهاد نُوَيّي.

C9orf72 nucleotide repeat structures initiate molecular cascades of disease
A Haeusler *et al*
doi:10.1038/nature13124

الطب التجددي

تاريخ حياة خلايا الرئة الجذعية

يحدث تبادل الغازات الرئوي في أكياس سنخية حساسة مبطنة بنوعين من الخلايا الظهارية، هما الخلايا السنخية (AT1) الحرشفية التي تتوسَّط تبادل الغازات والخلايا السنخية (AT2) المكعبية التي تفرز خافضًا للتوتر السطحي؛ لمنع انهيار الخلايا السنخة أثناء التنفس. استخدم مارك كراسنو وزملاؤه المؤشرات السنخية والتتبع السلالي الوراثي والتحليل النسيلي؛ لتحديد أسلاف الخلايا السنخية بالجسم الحي في مختلف مراحل عمر الفأر. وجد الباحثان أن الخلايا السنخية الحرشفية والمكعبية تنشأ من سلف ثنائي الإمكان خلال التطور. وبعد الولادة، تعمل الخلايا المكعبية الناضجة كخلايا جذعية اختيارية، فتشكل بؤرًا وحيدة النسيلة بطيئة التوسع من الحويصلات الهوائية المتجددة. تنشِّط الطفرة الورمية *RasG12D* التجدد الذاتي للخلايا المكعبية بشكل دائم، مختطفةً وظيفة الخلايا الجذعية الاختيارية لبدء سرطان الرئة.

Alveolar progenitor and stem cells in lung development, renewal and cancer
T Desai *et al*
doi:10.1038/nature12930

الكيمياء

نموذج جديد لحساب الانتقائية المحفِّزة

تصف هذه الدراسة طريقة جديدة لنمذجة الانتقائية والتنبؤ بها في التفاعلات المحفِّزة التي قد تكون لها إمكانية تطبيق واسعة في دراسة التفاعلات الكيميائية والبيولوجية. تقتصر الطرق التقليدية لحساب علاقات البنية بالفعالية بالنسبة للمركبات العضوية على أنماط إحلال معينة، وتفشل في الأخذ في الاعتبار متطلبات معقدة للممارسات التخليقية الحديثة. وتستفيد الطريقة الجديدة من منظومة المُعامِل القائم على الأشعة تحت الحمراء لحساب توجهات انتقائية لتفاعلات ذات تأثيرات إلكترونية وفراغية متشابكة عند المواضع ذات الاهتمام، وتولِّد ترابطات أقرب إلى علاقات الطاقة الحرة.

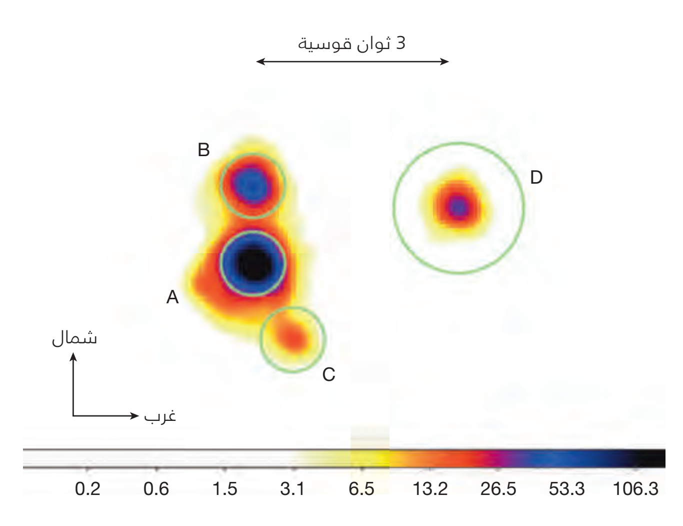
Interrogating selectivity in catalysis using molecular vibrations
A Milo *et al*
doi:10.1038/nature13019

العلوم الكونية

أنماط نمو الثقب الأسود فائق الضخامة

تُورِد هذه الدراسة قياسًا مباشرًا للحركة المغزلية لثقب أسود فائق الضخامة على مسافة كونية بالغة. والمشاهدات الجديدة لِطَيْف انعكاسي لكوازار عدسي رباعي الطيات على بعد 6 مليارات سنة ضوئية عند z = 0.658، مع تحليل بيانات أرشيف الأشعة السينية، تُظْهِر أنه يدور بسرعة. يأتي معظم إشعاعه من منطقة مدمجة في حدود ثلاثة أنصاف أقطار جاذبة أو أقل من الثقب الأسود. توفر الحركة المغزلية لأي ثقب أسود سجلًّا لتطوره المشترك مع مجرته المضيفة عبر الزمن الكوني. وتشير هذه البيانات الجديدة إلى أن هذا الثقب الأسود ـ كتلك الثقوب السوداء المرصودة سابقًا عند z >-2 قد نما من خلال تراكم متسق، عوضًا عن الطريقة الهيوليّة.

Reflection from the strong gravity regime in a lensed quasar at redshift z = 658
R Reis *et al*
doi:10.1038/nature13031



الشكل أسفله | صورة كوازار RXJ1131-1231 من مرصد تشاندرا. رُسمت تلك الصورة الممثلة لحقبة مفردة باستخدام تقنيات دون البكسل subpixel في نطاق الطاقة 0.3–8 كيلو إلكترون فولت، وقد عرضت هنا بعد صقلها بمنحنى جاوس (σ=0.25"). تظهر الدوائر الخضراء مناطق استخلاص المصادر. استخدمنا في الصور A، B، C نصف قطر 0.492"، في حين تم وضع منطقة مصدر الصورة D عند 0.984". تم استخلاص مناطق المصدر المستقل والخلفية التي أجريت لكل المشاهدات الثلاثين والأطياف من صور غير مصقولة. النطاق اللوني (اللوغاريثمي) يعكس عدد الإحصاءات بكل بِكسل محدد متراوحًا بين 0 حتى القيمة القصوى البالغة 212 إحصاءً.

البيولوجيا الجزيئية

وظيفة بروتين L-MYC الورمي بالجسم الحي

تمّ تحديد جين *Mycl* (ثالث أسرة تُكتشف من جين *Myc* الورمي البدائي) في عام 1985 في كرسينومة (سرطانة) الرئة البشرية صغيرة الخلايا. ظلت وظيفته الحقيقية في الجسم الحي ملتبسة. ومؤخرًا، وباستخدام أليل جين مدرج مراسل/جين معطل في الفئران، أظهر كينيث مرفي وزملاؤه أن جين *Mycl1* يتم التعبير عنه حصريًّا بواسطة الخلايا التغصنية بالجهاز المناعي. وبخلاف c-Myc، لا يُكبح عامل نسخL-Myc بالإنترفيرونات، ويتيح تعبيره تكاثرًا أمثل للخلايا التغصنية، وشروعًا للخلية التائية في وجود الالتهاب.

L-Myc expression by dendritic cells is required for optimal T-cell priming

W KC *et al*

doi:10.1038/nature12967

عامل فوّعة الملاريا هدف محتمَل

لكي تنتقل طفيليات الملاريا إلى البعوض ناقل المرض، يجب أن تخضع لتشكُّل تطوري جنسي مشيجي. كانت الآليات الجزيئية الكامنة وراء الالتزام بالتطور المشيجي غير واضحة. ومؤخرًا، أظهرت دراستان متكاملتان أن عامل AP2-G (عضو عائلة عوامل النسخ البوغيةAP2 (apicomplexan هو منظم رئيس للتطور الجنسي في طفيلي الملاريا، يؤدي دور محول تطوري بإطلاق عملية نسخ الجينات المشيجية المبكرة. درس أبهيناف سنها وزملاؤه طفيلي ملاريا القوارض (المتصورة البرجائية)، بينما درس بيورن كافساك وزملاؤه طفيلي الملاريا البشرية (المتصورة المنجلية). ويمكن أن يكون نشاط AP2-G في طفيليات الملاريا البشرية المعدية هدفًا محتملًا لمضادات الملاريا المصمّمة لتتداخل مع تشكل الطور المشيجي.

A transcriptional switch underlies commitment to sexual development in malaria parasites

B Kafsack *et al*

doi:10.1038/nature12920

A cascade of DNA-binding proteins for sexual commitment and development in *Plasmodium*

A Sinha *et al*

doi:10.1038/nature12970





الجينوميات

آخر الجامِعين الصيّادين

يُعتقَد أن نشوء الزراعة سبب تغيرات تطورية كثيرة في الفسيولوجيا (وظائف الأعضاء) البشرية الواضحة في السجل الأحفوري. ويصعب فرز تلك التغيرات تحديدًا في ظل عدم وجود خط الأساس، أي سجل الفسيولوجيا البشرية قبل ظهور الزراعة. وربما حصلنا على ذلك السجل مؤخرًا في شكل جينوم الجامع الصياد من العصر الحجري الأوسط من إسبانيا، كما يصفه كارليس لالويزا-فوكس وزملاؤه. وجينات هذا الذكر ـ الذي عاش منذ حوالي 7000 سنة ـ لها قواسم مشتركة أكثر مع الجينومات القديمة من سيبيريا منه مع الأوروبيين الآخرين، مما يبيِّن استمرارية وراثية واسعة، ولو أنها كانت ضعيفة الانتشار عبر أوراسيا. كان يمكن أن يكون ممن لا يحتملون اللاكتوز، وأقل قدرة على هضم الأطعمة النشوية، مقارنةً بأهل الزراعة في العصر الحجري الحديث، مما يبيِّن أن هذه التغيرات جاءت مع الزراعة. كذلك، كان يمكن أن يكون لديه مزيج غريب من الجلد الداكن والعيون الزرقاء، مما يبيِّن أن الانتقال في العصر الحجري الأوسط إلى نمط بشرة أوروبي أحدث وأفتح لم يكن مكتملًا آنذاك، وأن التغيرات في لون العين جاءت أولًا.

Derived immune and ancestral pigmentation alleles in a 7,000-year-old Mesolithic European

I Olalde *et al*

doi:10.1038/nature12960

الشكل أعلاه | الموقع الجغرافي والصلات الجينية لفرد لابرانيا

1. أ، موقع لابرانيا-أرنتيرو (إسبانيا). **ب**،هيكل عظمي لابرانا 1 كما اكتُشف في عام 2006.

إنزيم أرجونوته دفاع ضد الحمض النووي

إحدى وظائف تداخل الحمض النووي الريبي (RNAi) في حقيقيات النوى هي حماية الخلية من الأحماض النووية الريبية مفردة الجديلة (ssRNAs)، من خلال عملية تُرمِّز بها الأحماض النووية الريبية القصيرة بواسطة أهداف حمض نووي ريبي متماثلة، تقيد المضيف وتتوسط تحللها. أرجونوته (Ago) هو إنزيم رئيس لمسارات تداخل الحمض النووي الريبي (RNAi) المُوَجَّه بالحمض النووي الريبي في حقيقيات النوى؛ وكثير من بدائيات النوى تمتلك أيضًا الجينات التي تُرمِّز أرجونوته، لكن دورها الفسيولوجي ظل مجهولًا. ومؤخرًا، أظهر جون فان در أوست وزملاؤه أن أرجونوته بدائيات النوى، من بكتيريا مستحرات ثيرموفيلس، تحمي الخلية ضد غزو الحمض النووي الدخيل، بدلًا من الحمض النووي الريبي. وفي هذه الحالة، يُحمَّل أرجونوته بأحماض نووية تداخلية صغيرة ـ مماثلة لتلك المستمدة من الحمض النووي للبلازميد ـ تقيد وتفلق الأحماض النووية التكميلية.

DNA-guided DNA interference by a prokaryotic Argonaute

D Swarts *et al*

doi:10.1038/nature12971

الكيمياء العضوية

التنشيط البعيد لرابطة C-H

لإدراك الإمكانات التخليقية لتفعيل رابطة الكربون–الهيدروجين بالكيمياء العضوية، من المهم تطوير مناهج جديدة تستطيع تفعيل روابط الكربون–الهيدروجين انتقائيًّا بمختلف المواضع بالنسبة إلى المجموعات الوظيفية الموجودة. في هذه الدراسة، يستخدم جن–كوان يو وزملاؤه قالبًا قابلًا للتدوير؛ لتوجيه أَلْفَنَة olefination وأسْتَسَة acetoxyation روابط الكربون–الهيدروجين الفوقية البعيدة ـ تصل إلى 11 رابطة ـ من الأمينات الأنيلينيّة والبنزينيّة. هذا القالب قادر على توجيه توظيف الكربون– الهيدروجين الانتقائي الفوقي للكوينولين المائي الرباعي tetrahydroquinoline، والبنزوكسازين benzoxazines، والأنيلينات anilines، والبنزيلامينات benzylamines، وثنائي الفينيل بيروليدينات 2-phenylpyrrolidines، وثنائي الفينيل بيبريدينات 2-phenylpiperidines، وكلها يشيع استخدامها كقوالب بناء في اكتشاف المخدرات.

Conformation-induced remote meta-C–H activation of amines

R Tang *et al*

doi:10.1038/nature12963

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الوراثة

كم هو فائق.. ذلك الجين الفائق؟

في بعض أنواع الفراش، يحاكي جنس واحد ـ عادةً الإناث ـ نمط زخرفة أجنحة نوع سام. ففي ستينات القرن العشرين، اقتُرِح أن تكون الظاهرة تحت سيطرة "جين فائق". ونشأ إجماع يرجِّح أن تكون الجينات الفائقة مجموعات جينات مترابطة بإحكام، كلّ منها يؤثر في جانب مختلف من محاكاة نمط زخرفة الجناح. وأخيرًا، أظهر ماركوس كرونفورست وزملاؤه ـ بشكل مدهش ـ أنه في حالة كلاسيكية لمحاكاة "الجين الفائق" ـ للفراشة بابليوبولايتس مشقوقة الذيل ـ فإن "الجين الفائق" جين واحد بالفعل. وكانت هناك مفاجأة أخرى.. فهذا الجين عنصر معروف بمسار تحديد الجنس يسمى الجين مزدوج الجنس *double sex*. وتشير بيانات تغاير تتابعات الحمض النووي والتعبير الجيني إلى أن اختلافات التعبيرالإسوية وتطور تتابع البروتين تسهم أيضًا في الاختلافات بين أليلات محاكاة مزدوج الجنس. وبالتالي، يمكن إجمال قصة جين المحاكاة الفائق للفراشة مشقوقة الذيل بإدماج الفرضيات السابقة: جين مفرد مسيطر، لكن بمساعدة طفرات وظيفية متعددة.

doublesex is a mimicry supergene

K Kunte *et al*

doi:10.1038/nature13112

الشكل أسفله | محاكاة متعددة الأشكال مقيدة بالجنس في فراشة المورمون مشقوقة الذيل *Papilio polytes*. إناث غير محاكية (الشكل *cyrus*) تبدو مثل الذكور، بينما أشكال الإناث المحاكية (الأشكال: *polytes*، *theseus*، *romulus*) تحاكى الفراشة بعيدة الصلة ورديّة الذيل المشقوق السامة (*swallowtails Pachliopta*). ووجود ذيول الأجنحة الخلفية لدى الذكور وإناث سايروس cyrus هو متغيِّر بين تجمعات فراشة المورمون مشقوقة الذيل. وتركز تحليلاتنا على فراشة المورمون مشقوقة الذيل ألفينور *alphenor*، وهي مجموعة تفتقد ذيولًا لدى الفراشات غير المحاكية، ووجود أو غياب الذيول مفصول تمامًا مع نمط جناح الإناث في تهجيناتنا.



علم الأعصاب

ذباب الفاكهة يغيِّر أنغامه

تنتج الذكور في كثير من الأنواع الحيوانية أغاني غَزَل نمطية؛ لزيادة نجاح التكاثر مع الإناث. ولذلك.. يُنظر إلى تغيرات بِنْيَة الأغنية كـ(ضوضاء) ضارة. تستخدم ذكور ذبابة الفاكهة سوداء البطن أغنية الغزل، المتولدة باهتزازات الجناح. وقد درست مالا مورثي وزملاؤها تنميط هذه الإشارات. ووجد الباحثون أن الذكور تضبط نمط أغانيها ـ المكون من نسقين غنائيين متناوبين ـ وفقًا لمدخلات بصرية وحركة ذاتية حسية. والإناث حساسة لهذه الجهود، وتغير سرعة مشيها وفقًا لملامح الأغنية، وحالة الأنثى السلوكية. وتناقِض النتائج افتراضًا شائعًا يقول إن أغاني المغازلة تتبع نمطًا ثابتًا، كما تكرس ذبابة الفاكهة نموذجًا تجريبيًّا واعدًا لدراسة اتخاذ القرارات السريعة في بيئة اجتماعية مركبة.

Dynamic sensory cues shape song structure in Drosophila

Philip Coen *et al*

doi:10.1038/nature13131

عصبونات تلتزم الجوع

زيادة نشاط عصبونات AgRP بمنطقة تحت المهاد تحرك سلوكيات البحث عن الغذاء خلال فترات تقييد السعرات الحرارية. كان مصدر المُدخَل الذي يثير هذه الاستجابة بالجوع مجهولًا. ومؤخرًا، عيّن برادفورد لويل وزملاؤه مدخلات عصبونات AgRP، وأظهروا أن النواة المجاورة للبطين ـ التي يُعتقد عادةً أنها تعمل كمركز للشبع ـ تحتوي على عصبونات مُشَهِّية تحرك عصبونات AgRP والبحث عن الغذاء في الفئران، حتى عندما يكون الفأر شَبِعًا. يحدد هذا العمل تجمعات معينة من عصبونات النواة المجاورة للبطين كمحركات مركز قوي داخل دائرة التغذية.

An excitatory paraventricular nucleus to AgRP neuron circuit that drives hunger

M Krashes *et al*

doi:10.1038/nature12956

علوم الأرض

الرينجووودايت الأرضي يعكس توزيع المياه

ليس واضحًا بالضبط مقدار المياه داخل الأرض الصلبة، وأين يمكن أن توجد، نظرًا إلى أن قياسات كثيرة غير مباشرة تطرح نتائج متضاربة. وهنا، يقدم جراهام بيرسون وزملاؤه أدلة اندماج ماسي من جوينا بالبرازيل على أول ظهور أرضي معروف للرينجووودايت ringwoodite، وهو زبرجد زيتوني متعدد الشكل مرتفع الضغط، اكتُشِف أول مرة في النيازك، ويعتقد أنه مكون رئيس للنطاق الانتقالي لوشاح الأرض الصخري. طبيعة هذا الاندماج الغنية بالمياه توفر دليلا مباشرا على أن النطاق الانتقالي مائي، موضعيًّا على الأقل، بنسبة تقارب 1% من الوزن.

Hydrous mantle transition zone indicated by ringwoodite included within diamond

D Pearson *et al*

doi:10.1038/nature13080



غلاف عدد 20 مارس 2014

طالع نصوص الأبحاث في عدد 20 مارس من دوْريّة "نيتشر" الدولية.

الإبصار

كيف تلاحظ العين تغيُّر الاتجاه

إنّ خلايا الكشف عن الحركة في شبكية العين ـ وتسمى خلايا العقدة العصبية انتقائية الاتجاه (DSGCs) ـ كانت معروفة، ودُرِست أكثر من نصف قرن، لكن لم يتضح دورها الدقيق في المعالجة البصرية. وباستخدام مزيج من التقنيات الوراثية والتشريحية والتصويرية، استقصى أندرو هابرمان وزملاؤه الاتصالات التي تقوم بها خلايا العقدة العصبية انتقائية الاتجاه بدماغ فأر؛ ووجدوا أنها تربط عصبونات الطبقات السطحية بالقشرة البصرية

الأولية تحديدًا. يتم الجمع بين مدخلات أنواع متعددة مختلفة من خلايا العقدة العصبية انتقائية الاتجاه؛ لنقل معلومات الاتجاه، والتوجه إلى القشرة. كذلك، يتم إرسال المعلومات المضبوطة غير الاتجاهية من الشبكية إلى طبقات القشرة العميقة. يبين هذا أن نظام الفأر البصري يضم عدة مسارات متوازية متميزة وظيفيًّا، وأن انتقائية الاتجاه والتوجه في القشرة قد تنشأ بدايةً من مراحل المعالجة البصرية الأولى المشاركة في خلايا الكشف عن الحركة بشبكية العين.

A dedicated circuit links direction-selective retinal ganglion cells to the primary visual cortex

A Cruz-Martín *et al*

doi:10.1038/nature12989

السرطان / الوراثة

استهداف جينات سرطان المثانة

هذه دراسة لحوالي 131 كرسينومة (سرطانة) من سرطانات مثانة الظهارة البولية منتهكة العضلات عالية الرتبة، وهي جزء من مشروع أطلس السرطان الجينومي (TCGA). وقد أوردت الطفرات المتكررة في 32 جينًا، تشمل تلك الجينات المنخرطة في تنظيم دورة الخلية، وتنظيم الكروماتين، ومسارات إشارات إنزيم كيناز. كان تطفر جينات تنظيم الكروماتين أكثر تواترًا في سرطان الظهارة البولية من أي سرطان شائع دُرس حتى الآن. وكذلك تم تحديد معاودة تنشيط اندماج وتعبيرات جينات *FGFR3–TACC3* (في الإطار)، أو دمج الفيروسات المرتبطة بتعطيل الجينات. والأهم من ذلك.. تم تحديد الأهداف العلاجية المحتملة في 69% من الأورام.

Comprehensivemolecular characterization of urothelial bladder carcinoma

J Weinstein *et al*

doi:10.1038/nature1296

الجينوميات

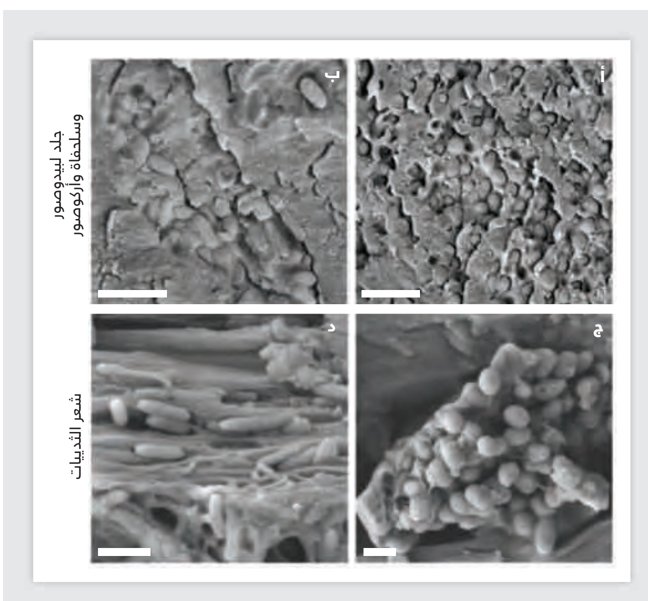
جينات أشباه البشر النياندرتال اليوم

يحتوي الجينوم البشري الحديث على آثار من الأسلاف النياندرتال أشباه البشر، لكن هل الحمض النووي للنياندرتال موزع بانتظام بجميع أنحاء الجينوم البشري، أم أنه يتركز أكثر بأجزاء دون غيرها؟ أظهر سريرام سانكرارامان وزملاؤه أن أجزاء من الجينوم البشري الداعمة للجينات التي تؤثر في خيوط الكيراتين (في الشعر، مثلا) تحوي أيضًا تركيزات عالية نسبيًّا من الحمض النووي للنياندرتال، مما يبين أن هذا الحمض النووي ساعد البشر المحدثين في التكيف مع البيئة غير الأفريقية الأكثر برودة. وفي الجانب السلبي، ترتبط أليلات عديدة مستمدة من النياندرتال بمخاطر الإصابة بالأمراض. تتضمن أجزاء أخرى من الجينوم البشري نقصًا لأليلات النياندرتال، مما يعني إزالتها النشطة في التطور. بين الجينات (المفقودة) عدد يتم تعبيره في الخصية، وعلى كروموسوم إكس، مما يعني أن حمض النياندرتال النووي خفَّض خصوبة البشر لدى انتقاله إلى خلفية جينيّة بشرية حديثة.

The genomic landscape of Neanderthal ancestry in present-day humans

S Sankararaman *et al*

doi:10.1038/nature12961



التطور

تحوُّل في مورفولوجية جسيم ميلانيني

أنماط الألوان في الريش والشعر والجلد مستمدة من شكل وتوزيع الأجسام الصباغية، وهي عضيات تُخَلّق وتخزن صبغة الميلانين. استخدم علماء الإحاثة (الحياة القديمة) هذه العلاقة لاستنباط ألوان الديناصورات المنقرضة والطيور القديمة بمقارنتها بحيوانات حية اليوم، لكن متى تطور اللون؟ أخذت جوليا كلارك وزملاؤها عينات أجسام صباغية من حيوانات حية ومنقرضة، وأظهروا أن تنوع مورفولوجيات (أشكال) الأجسام الصباغية ازداد بحدة في زمن نشوء الكساء ريشي الشكل ـ وهي بِنَى متفرعة مألوفة تُرى في الطيور الحديثة ـ لديناصورات مانيرابتوران. وبالمثل.. تُظهِر الثدييات تنوعًا متزايدًا لأشكال الجسيم الميلانيني المرتبط بأصل شعر الثدييات. وعلى نقيض ذلك.. تُظْهِر الأجسام الصباغية في جلود السحالي والسلاحف والتماسيح، وكذلك في بعض أغطية الجسم الخيطية، في الديناصورات والتيروصورات، تنوعًا محدودًا، ربما لا علاقة له باللون. تشارك صبغة الميلانين في عمليات حيوية، فضلًا عن التصبغ، مما دفع الباحثين إلى ترجيح أن زيادة تنوع الأجسام الصباغية الذي يرى في سلالات الطيور قد يكون متصلًا بنشوء الطيران.

Melanosome evolution indicates a key physiological shift within feathered dinosaurs

Q Li *et al*

doi:10.1038/nature12973

الشكل أعلاه | صور بمجهرية الإلكترون الماسح لأجسام صباغية من أصناف باقية تمثل أشكال أدنى نسبة تعرُّض (عرض إلى ارتفاع)، وأعلى نسبة تعرُّض، لكل نوع جلدي لحافي. أ،ب، جلد الوزغ ورقي الذيل **(أ)**، سحلية النار الجالاباجوسية **(ب)**. **ج،د،** شعر من الخلد مشعر الذيل **(ج)**، والقط المستأنس **(د)**.

البصريات

رادارات فوتونية ذكيّة

سيتعين على الجيل القادم من أنظمة الرادار أن يكون آليًّا للغاية، ويستخدم توليدًا وكشفًا للإشارة، مُعرفًا بالبرمجيات؛ من أجل تشغيل مرن في المراقبة وتطبيقات الاتصالات اللاسلكية، لكن التحول من التناظري إلى الرقمي يخلق عوائق تقنية خطيرة لمكونات إلكترونيات المايكروويف التقليدية. وهذا سوف يجعل من الرادار الفوتوني خيارًا جذابًا، ومناسبًا تمامًا للتشغيل الرقمي. وحتى الآن، دُرس التوليد والكشف فوتوني الأساس لإشارات الراديو منفصلًا بشكل عام. وهنا، جمع باولو جيلفي وزملاؤه بين المكونات الفردية لإنتاج نظام رادار فوتوني كامل وفعال. وقد ثبتت فعالية النظام ودقته لدى تجربته ميدانيًّا؛ لاكتشاف الطائرات المارة.

A fully photonics-based coherent radar system

P Ghelfi *et al*

doi:10.1038/nature13078

بيولوجيا الخلية

اتضاح آلية التخلص من الخلايا الميتة

إنّ قناة بانّكسين-1 (pannexin-1) على غشاء البلازما لخلايا الموت الخلوي المبرمج تتوسّط إطلاق إشارات تحديد هوية الجزيئات التي تجذب الخلايا البلعمية المكلفة بإزالة الخلايا الميتة. في غربلة ـ غير منحازة ـ لجزيئات صغيرة، حدد كودي رافيشاندران وزملاؤه المضاد الحيوي الكينولوني "تروفافلوكساسين"

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

مثبطًا مباشرًا لنشاط قناة بانكسين-1؛ مما يستتبع تجزئة غير منظمة لخلايا الموت المبرمج. يحدد هذا العمل دورًا أساسيًّا لقنوات بانكسين في التفكيك المنظم لخلايا الموت المبرمج، ويمكن أيضًا أن يعيد تنشيط الاهتمام بالمضادات الحيوية الكينولونية، بدون تفاعل متصالب مع قناة بانكسين-1، وهو ما قد يفسر السُّمِّيَّة الخاصة التي ظهرت خلال تجارب تروفافلوكساسين الإكلينيكية.

Unexpected link between an antibiotic, pannexin channels and apoptosis

I Poon *et al*

doi:10.1038/nature13147

البيولوجيا التطورية

ارتباط نمو العظام بتكون الأوعية

هناك أدلة تشير إلى أن الأوعية الدموية ـ خاصة خلاياها البطانية ـ تسيطر على نمو الأعضاء واتزانها وتجدُّدها. وفي دراستين نُشرتا مؤخرًا إلكترونيًّا بدوري "نيتشر"، أثبت رالف آدمز وزملاؤه أن الجملة الوعائية للعظام تحوي خلايا بطانية للأوعية الدموية، متخصصة في دعم نضج العظام وتجددها. حدد أنجالي كوسومبي وزملاؤها نوعًا فرعيًّا شعريًّا في الجهاز العظمي لفأر، يؤدي دورًا رئيسًا في توسط نمو العظام. تضم هذه الأوعية ما يسمى خلايا نوع H البطانية التي ترتبط تفضيليًّا بأسلاف خلايا العظم، وتنخفض أثناء الشيخوخة. وظهر أن عامل Hif-1α المستحث بنقص التأكسج حاسم في الحفاظ على خلايا نوع H. وإضافة إلى ذلك.. يبين فقدان خلايا نوع H في الحيوانات المسنة أن فقدان إشارات عامل Hif-1α المستحث بنقص التأكسج قد يكون منخرطًا في تغيرات عظمية مرتبطة بالعمر. وفي الدراسة الثانية، يُظْهِر سارافانا راماسامي وزملاؤه أن نمو الأوعية الدموية في العظام يتطلب إشارات الثلمة Notch، ويشمل شكلًا متخصصًا من تكوُّن الأوعية، لا ينطوي على براعم بطانية.

Coupling of angiogenesis and osteogenesis by a specific vessel subtype in bone

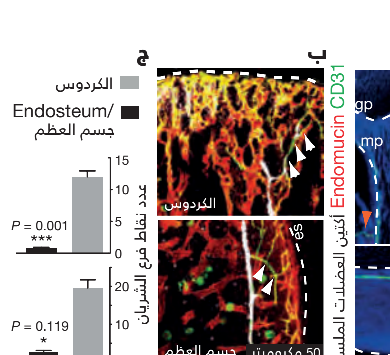
A Kusumbe *et al*

doi:10.1038/nature13145

Endothelial Notch activity promotes angiogenesis and osteogenesis in bone

S Ramasamy *et al*

doi:10.1038/nature13146



الشكل أسفله | تحديد الأنواع الفرعية لأوعية العظام. أ، تظهرالصور متحدة البؤر شرايين (خضراء) أكتين العضلات الملساء (α-SMA$^+$) في قطاعات سميكة (300 مايكرومتر) لعظم الساق حديث السن بعمر 4 أسابيع .نوى، دابي (أزرق). شرايين تدخل خلال القشرة (رأس سهم أحمر)، وتنتهي في بطانة العظم (أصفر)، وتتفرع في الكردوس (mp) أوجسم العظم (dp) (أبيض). تؤشر الخطوط المتقطعة على لوحة النمو (gp) أو بطانة العظم (es). **ب،** شرايين أكتين العضلات الملساء α-SMA$^+$ (أبيض) وبروتين مجموعة التمايز 31 مع أكتين العضلات الملساء α-SMA$^+$ CD31$^+$ (أخضر) وبروتين Emcn- (أحمر) الشرايين تنتهي في الشعيرات الدموية CD31^{++} Emcn1 داخل الكردوس وبطانة العظم. **ج،** التقدير الكمي لأكتين العضلات الملساء (α-SMA$^+$) (أعلى) و CD31^{++} Emcn1 (أسفل) نقاط فرع الشرياني في عظم الساق بعمر 4 أسابيع . تمثل البيانات المتوسط±الخطأ المعياري للمتوسط (n=6 فئران لحساب كمية نقاط α-SMA$^+$ للفرع الشرياني من 6 تجارب مستقلة و n=4 لحساب كمية نقاط CD31$^+$ Emcn1$^+$ للفرع الشرياني، وكلاهما من أربع تجارب مستقلة). قيم مؤشر قوة الدليل *P*، اختبارات تي-*t*-tests ثنائية الذيل غيرالمقترنة.

الشكل أعلاه | التفاعلات بعيدة المدى في موضع IRX3-FTOالجيني. أ، تظهر تفاعلات تتابعات 4C-seq لجنين الفأر النابعة من كل معزز كوصلات عبر الدائرة (الوصلة الأغمق تعني أهمية ودلالة أكبر). تظهرالمخططات الخارجية أهمية التفاعلات فوق الخلفية (-log(P value)). الفاصل الزمني المرتبط بالبدانة مظلَّل بالأحمر.

أمراض الأيض

الارتباطات الوراثية بالبدانة

أبرز البحث عن ترابطات وراثية بالبدانة منطقة غير مُرمِّزة في جين *FTO*، حيث ترتبط الاختلافات داخل هذا الإنترون (جزء من الحمض النووي والنووي الريبي، لا يرمِّز بروتينات، ويعطل تتابعات الجينات) بزيادة مخاطر الإصابة بالبدانة والنوع الثاني من السكري. وبينما تم تمحيص الأفعال البيولوجية لجين *FTO* بكثافة، لم تتضح بعد كيفية تأثير هذه الاختلافات الجينية في تعبير جين *FTO* وبيولوجيته. تُظْهِر الدراسة أن هذه التتابعات غير المرمِّزة ترتبط وظيفيًا ـ على مسافات تبلغ ميجا (مليون) قاعدة ـ مع جين هوميوبوكس (متماثل المحتوى)، هو *IRX3*. ويبدو أن الفاصل المرتبط بالبدانة ينتمي إلى مهام تنظيمية لجين *IRX3*، بدلًا من جين *FTO*. كذلك، انخفضت أوزان الفئران التي تفتقد جين *Irx3*، وقاومت البدانة المستحثة بالحمية. ولدى أخذها مجتمعة، تشير البيانات إلى أن جين *IRX3* هو منظم أيضي مهم مرتبط بالبدانة البشرية، والنوع الثاني من داء السكري.

Obesity-associated variants within FTO form long-range functional connections with *IRX3*

S Smemo *et al*

doi:10.1038/nature13138

البيولوجيا التجددية

الخلايا الجذعية المعوية أثناء العمل

كانت دراسات التوسيم الوراثي المستحَثة قد أظهرت من قبل أن الحفاظ على ظهارة الأمعاء تعتمد على المنافسة المحايدة بين الخلايا الجذعية المنقسمة. استخدم جاكو فان رين وزملاؤه التصوير طويل الأمد في الجسم الحي للخلايا الجذعية المعوية المعبرة عن Lgr5، وثنار خلايا الخبيئة المعوية مزدوجة التوسيم؛ لتحقيق أول رصد آني لخلايا الخبيئة المعوية الجذعية الخاضعة للتكاثر والتوسع النسيلي والانسياق المحايد. وباستخدام هذا النهج، وجد الباحثون أن تجمُّع الخلايا غير المتجانسة ديناميكيًّا يستطيع أداء وظائفه على المدى الطويل، كتجمع فردي للخلايا الجذعية.

Intestinal crypt homeostasis revealed at single-stem-cell level by in vivo live imaging

L Ritsma *et al*

doi:10.1038/nature12972

علوم الأرض

موازنة ميزانية كربون حقبة الحياة الحديثة

يُعتقد أن نتوء أو تقبُّب الجبال قد حفَّز استهلاك ثاني أكسيد الكربون بواسطة تعريض معادن السيليكات لظروف جوية أثناء حقبة الحياة الحديثة، في الستة وستين مليون سنة الماضية تقريبًا، لكن لا توجد إشارات لزيادة مقابلة في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون البركاني الذي يمكن أن يُوازِن ميزانية الكربون. وتشير هذه الدراسة إلى أن بعض ثاني أكسيد الكربون المفقود ربما يكون قد نتج عن اقتران أكسدة الكبريتيد وانحلال الكربونات، وهي عملية ربما تسارعت استجابةً للتقبب. تتسق هذه الفرضية مع سجلات النظائر، وقد تساعد في تفسير التفاعلات بين دورة الكربون طويلة الأمد وحركات الأرض التكتونية، ومفارقة كربون العوامل الجوية لمناخ الأرض.

Sulphide oxidation and carbonate dissolution as a source of CO_2 over geological timescales

M Torres *et al*

doi:10.1038/nature13030

"شرائط الزرد" بحزام إشعاع الأرض

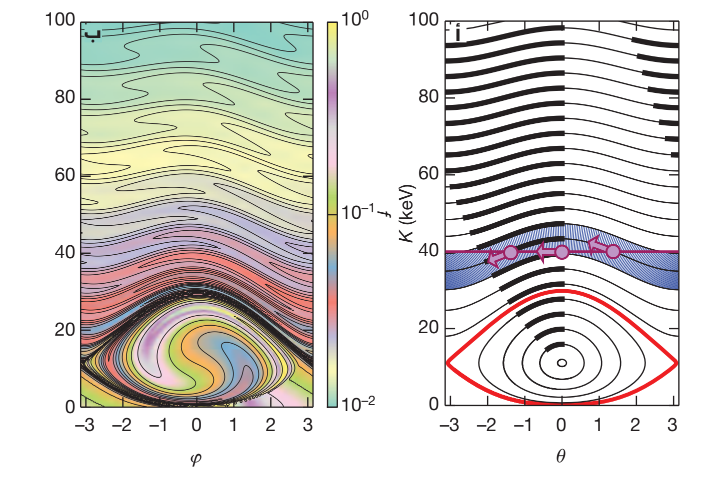
إن أحزمة إشعاع الأرض مُعبأة بإلكترونات وأيونات، يثبتها في مكانها مجال مغناطيسي. وكانت السمات البنيوية بهذه الأحزمة قد نُسبت من قبل إلى نشاط الرياح الشمسية المُعزز. ورغم أن للدوران الكوكبي دورًا مهمًّا في الدفع بديناميّات الحزام حول المشتري وزحل، كان يُعتقد أن ذلك الأمر غير مهم بالنسبة إلى أحزمة إشعاع الأرض، حيث تكون القوى المعنيّة أصغر كثيرًا. ويُظْهِر تحليل جديد لبيانات بعثة مسبارات فان آلن أنّ توزيعات الإلكترونات النشطة عبر المدى المكاني الكامل لحزام إشعاع الأرض الداخلي منظمة للغاية بصورة غير متوقعة، ومهيكلة على شكل "شرائط حمار الزرد" حتى لدى انخفاض نشاط الرياح الشمسية. تكشف النماذج أن الأنماط ينتجها الدوران الكوكبي، مما يستحث تباينات يومية كونية بالمجالات المغناطيسية والكهربية، تتفاعل بعمق مع إلكترونات، تقارب فترة انجرافها 24 ساعة.

Rotationally driven 'zebra stripes' in Earth's inner radiation belt

A Ukhorskiy *et al*

doi:10.1038/nature13046

الشكل أسفله | تشكل شرائط الزرد. أ، صورة الفراغ الطوري لحركة الإلكترون عند قيمة مستقرة للثابت الأدياباتي (كاظم الحرارة) الأول (K = 30 كيلوإلكترون فولت عند L = 2) بالإطار المتحرك عند سرعة طور الاضطراب (θ (= φ−ωt. تُفرِّق الفجوة الفاصلة (حمراء) بين المسارات الرنينية وغير الرنينية. تظهر الشرائح السميكة الفترات التي تم عبورها خلال فترة زمنية ثابتة عند ظروف ابتدائية مختلفة. الجسيمات (دوائر ممتلئة ملونة بالوردي مع أسهم) وُزعت بدايةً عبر جزء خطي (أرجواني) وانتشرت بنهاية المطاف عبر منطقة الفراغ الطوري (أزرق). **ب،** لقطة لنمط (احمرار) الزرد الناتج من توزيع سلس منذ البداية. تظهر قيمة كثافة الفراغ الطوري (f) بالألوان.



الكونيات

اندماج مجرات قزمة في أندروميدا II

تتنبأ نظرية تشكُّل المجرات باندماجات بين المجرات الأقل كتلًا، لكن في حين رُصد تراكم المنظومات الصغيرة إلى منظومات كبيرة ـ كمجرة درب التبانة ـ بشكل غير مباشر؛ لم يتم التعرف على اندماجات بين مجرات منخفضة الكتلة، كتلتها الإجمالية أقل من مليار كتلة شمسية. ومؤخرًا، أورد نيكولا أموريسكو وزملاؤه اكتشافاً حركيًّا للتدفق النجمي بإحدى المجرات التابعة لأندروميدا (المرأة المسلسلة)، هي أندروميدا II القزمة الكروية. وخلصوا إلى أنهم قد رصدوا بقايا اندماج مجرتين قزمتين. ويوضح ذلك الطابع غير المرتبط بالمقياس لتشكل المجرات، وصولًا إلى أدنى مقاييس الكتلة المجرِّية.

The remnant of amerger between two dwarf galaxies in Andromeda II

N Amorisco *et al*

doi:10.1038/nature12995

الوراثة الجنينية

بداية نشطة للاستنساخ اللاقحي

الانتقال من الأمومي إلى اللاقحي (MZT) خلال مرحلة النشوء الجنيني الفقاري يمثل تغيرًا دراماتيكيًّا للترانسكربتوم، وذلك عند تنشيط الجينوم اللاقحي وانحلال النسخ الأمومية. تعيِّن هذه الدراسة مواقع بدء الاستنساخ المستخدَمة أثناء عملية الانتقال من الأمومي إلى اللاقحي بسمكة الزرد عند انحلال النوكليوتيد، وتُظْهِر أن الانتقال من الترانسكربتوم الأمومي إلى اللاقحي يتسم بالتبديل بين إشارتَي تتابع ترويجي مختلفتين. والموضع الذي يبدأ عنده استنساخ الحمض النووي الريبي يتم تحديده بواسطة موتيف غني بالأدينين/ثايمين عند المرحلة الأمومية ورموز مختلفة جذريًّا باللاقح. وغالبًا ما يتعايش موقعا بدء الاستنساخ ـ بل وقد يتداخلان ـ في المُرَوِّجات الأساسية ويُستخدمان بشكل مختلف عند المُرَوِّجات الناشطة بكل من البويضة والمُضْغَة.

Two independent transcription initiation codes overlap on vertebrate core promoters

V Haberle *et al*

doi:10.1038/nature12974

المناعة

إنترلوكن-35 ينظم المناعة سلبيًّا

تحدِّد هذه الدراسة الخلايا البائية المنتجة لإنترلوكن-35 (IL-35) كمنظِّمات سلبية جديدة للمناعة. فقد ثبت أن الفئران ذات الخلايا البائية العاجزة عن إنتاج إنترلوكن-35 عرضة لأمراض المناعة الذاتية المستحثة، وأظهرت ـ في الوقت نفسه ـ زيادة المقاومة لعدوى السالمونيلا. تشير هذه النتيجة إلى إنتاج إنترلوكن-35 بواسطة الخلايا البائية كهدف علاجي محتمَل لأمراض المناعة الذاتية والأمراض المعدية.

IL-35-producing B cells are critical regulators of immunity during autoimmune and infectious diseases

P Shen *et al*

doi:10.1038/nature12979



غلاف عدد 27 مارس 2014

طالع نصوص الأبحاث فى عدد 27 مارس من دَوْرِيّة "نيتشر" الدولية.

علم الأعصاب

بروتين ريست يقاوم التَّنَكُّس العصبي

تُعتبَر الشيخوخة أكبر عامل لمخاطر أمراض التَّنكُّس العصبي، لكن لماذا يشيخ البعض وتظل وظائفهم الإدراكية سليمة، بينما تتراجع لدى آخرين، وينشأ لديهم مرض الزهايمر؟ هنا، أظهر بروس يانكنر وزملاؤه أن خلال الشيخوخة، هناك بروتين يُعرف باسم "ريست" REST (العنصر الكابح 1- إسكات عامل النسخ، ويُسمَّى أيضًا NRSF) يُعبَّر عنه بشكل مضطرد في عصبونات الدماغ البشرية بالقشرة والحصين. ترتبط مستويات بروتين ريست ارتباطًا

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

وثيقًا بالحفاظ على الإدراك وطول العمر. يكبح بروتين ريست الجينات التي تعزز موت الخلايا ونشوء مرض الزهايمر، ويستحث الجينات التي تتوسَّط الاستجابة للإجهاد. وبالإضافة إلى ذلك.. يحمي بروتين "ريست" العصبونات من الإجهاد المؤكسد، وسُمِّيَّة بروتين الأميلويد بيتا. أدَّى حذف بروتين "ريست" من أدمغة الفئران إلى موت العصبونات المرتبطة بتقدم العمر. ولَدَى البشر المصابين بضعف إدراكي أو مرض الزهايمر بشكل معتدل، يكون بروتين ريست مستبعَدًا من النواة في العصبونات. وهذا الاستبعاد مرتبط بالالتهام الذاتي، وبروتينات مختلة الطَّيّ. يبين هذا العمل أن حالة تنشيط بروتين ريست قد تميِّز الحماية العصبية من التَّنَكُّس العصبي في الدماغ الذي أصابته الشيخوخة.

REST and stress resistance in ageing and Alzheimer's disease

T Lu *et al*

doi:10.1038/nature13163

علوم الأرض

موجات "ماك" بلُبّ الأرض تفسِّر التقلبات

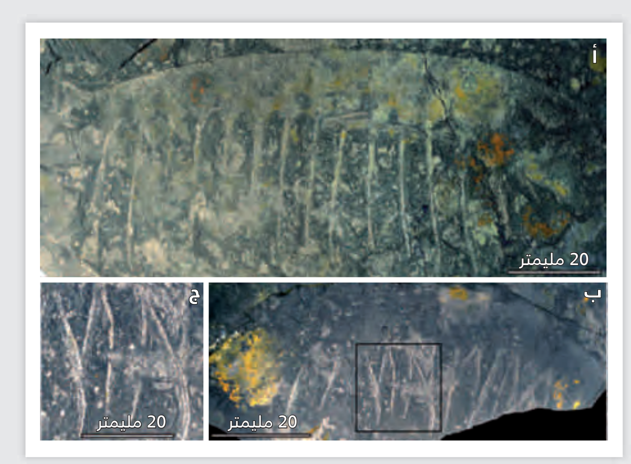
وردت تقلبات الستين عامًا المتكررة لمجال الأرض المغناطيسي أول مرة في عام 1973، واستعصت منذئذ على التفسير المقنع. يُحتمل أنها تنشأ كموجات في لب الأرض الحديدي السائل، لكنّ نماذج تدفق اللُّب المائع السابقة عجزت عن إنتاج موجات بالفترة المطلوبة. وقد اقتُرِحَت موجات ماك MAC (ظاهرة هيدروديناميكية مغناطيسية تنشأ عن تفاعل أو تداخل قوى مغناطيسية، وأرشميديّة، وكوريوليسيّة) كسبب محتمَل لدورية الستين عامًا. وهنا، يُظْهِر بروس بوفيت أن موجات ماك توفِّر توصيفًا جيدًا للتدفق النطاقي المرصود المعتمد على الزمن عند قمة لب الأرض. وهذه الموجات قد تفسر أيضًا تقلبات غير مُفسَّرة سابقًا بالمجال ثنائي القطب. تقتضي مجموعة المشاهدات وجود طبقة متراصفة ـ سُمْكها حوالي 140 كيلومترًا عند قمة اللُّب ـ قد تكون ذات أصل حراري أو كيميائي.

Geomagnetic fluctuations reveal stable stratification at the top of the Earth's core

B Buffett

doi:10.1038/nature13122

الشكل أسفله | مخطط توضيحي للحركة الموجية. تُسبب الحركة الشعاعية، V_r، اضطرابا ضغطيا، وهو ما يدفع إلى تدفق سمتي، V_φ، بالطبقة المتراصفة. وجود مجال مغناطيسي شعاعي يعارض التدفق السمتي (V_φ) ويستحث تدفقا طوليا، V_θ. تعكس سرعات الموائع اتجاهها عبر دورة كاملة للموجة.



أ

ب

ج

20 مليمتر

البيولوجيا البحرية

وفرة العوالق دعَّمَتْ حيـاة مُتَغَذٍّ قديـم

هناك نطاق واسع من المفترسات البحرية ـ منها سمك القرش، والشفنين البحري، والسَّمَك مكتمل العظم والحيتان ـ التي أظهرت انتقالًا للتغذية بتصفية العوالق البحرية، وتطورت هذه الاستراتيجية بشكل مستقل عدة مرات في تاريخ الأرض. تبيِّن حفريات جديدة من حيوان تاميسيوكاريس بورياليس (القطبي) من رواسب العصر الكمبري المبكر بشمالي جرينلاند أن هذا المخلوق الكبير شبيه الروبيان (الجمبري) كان أيضًا سابحًا بحْرِيًّة، ومتغذيًا بتصفية العوالق، باستخدام ملحقاته الأمامية الكبيرة، ليس لالتقاط فريسة، بل كأمشاط، تجمع العوالق بسلاسة. جاء هذا الاكتشاف مفاجئًا، لأن تاميسيوكاريس بورياليس عضو بفصيلة أنومالوكاريدز، التي يُعتقَد عادةً أنها مفصليّات بحرية مفترسة عملاقة في بحار العصر الكمبري. إنّ وجود مثل هذه المتغذيات بالتصفية في الكمبري المبكر يشير إلى توفُّر كثافة عالية من العوالق المتاحة، مما يشير إلى وجود نظام بيئي معقد في هذه الفترة.

A suspension-feeding anomalocarid from the Early Cambrian

J Vinther *et al*

doi:10.1038/nature13010

الشكل أعلاه | زوائد أمامية لحيوان تاميسيوكاريس بورياليس، من العصر الكمبري الأدنى، شمال جرينلاند. أ، أطراف معزولة ومكتملة نسبيا، MGUH 30500 (المتحف الجيولوجي بجامعة كوبنهاجن). **ب،** زائدة معزولة، أعمدة فقرية إضافية محفوظة بقدر كبير من التفصيل، MGUH 30501. **ج،** تفاصيل العمود الفقري (المنطقة داخل الصندوق في **ب**. صُورت جميع العينات مغمورة في المياه بزاوية إضاءة مرتفعة.

الفيزياء

تعقيدات التشتُّت

توفِّر القدرة على ضبط التفاعلات ـ بين ذرات أو جزيئات مُبرَّدة إلى درجات حرارة فائقة البرودة ـ قاعدة اختبار قوية؛ لتحقيق واستكشاف الأطوار الشاذة للمادة. وفي حالة الذرات البسيطة، تكون تفاعلات التشتت بين تلك الجسيمات الباردة مفهومة جيدًا؛ لكن الأقل وضوحًا هو ما يحدث عندما تكون الجسيمات المُكوِّنة أكثر تعقيدًا. ومؤخرًا، دخل ألبرت فريش وزملاؤه تلك الأرض المجهولة باستخدام ذرات اللانثانايد المغناطيسية، حيث لاحظوا توقيعات (مؤشرات) أولى لسلوك فوضوي في التفاعلات بين الذرات فائقة البرودة.

Quantum chaos in ultracold collisions of gas-phase erbium atoms

A Frisch *et al*

doi:10.1038/nature13137

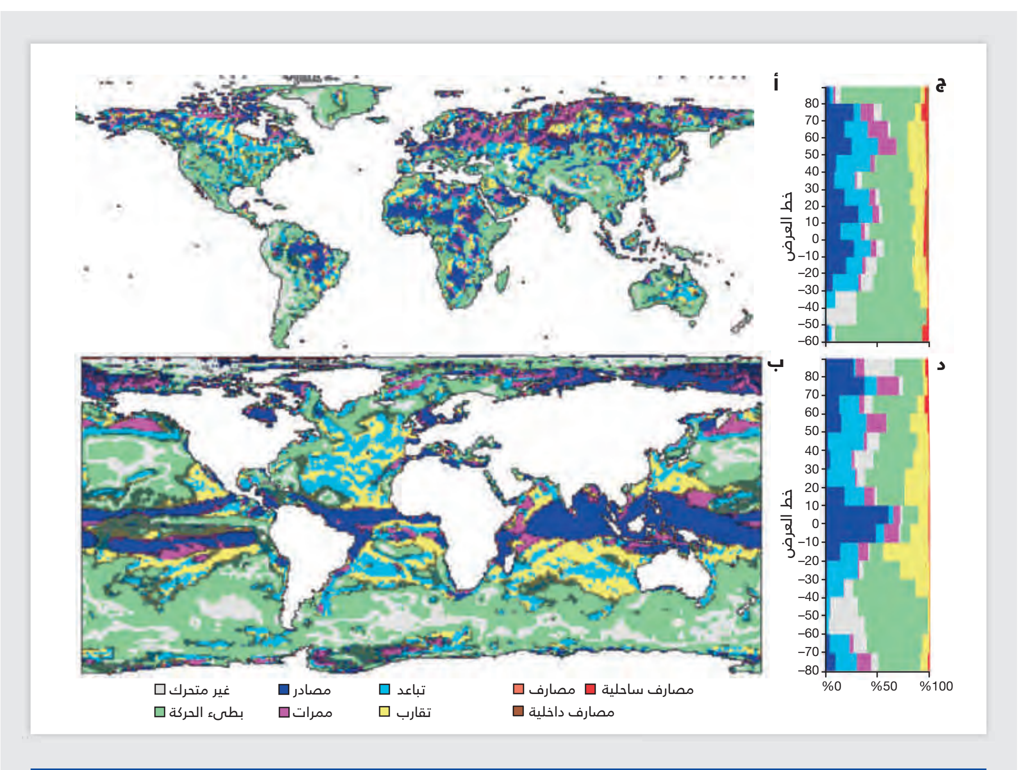
الجينوميات

تعيين مواقع النَّسْخ البشري

يمثل التوثيق الوظيفي لجينوم الثدييات–5 (FANTOM5) فانتوم5 المرحلة الخامسة الرئيسة لمشروع التعاون الدولي الأهم لتشريح الشبكات التنظيمية النسخية التي تُعرِّف كل نوع من الخلايا البشرية. ومؤخرًا، قدمت دراستان نُشرتا بدوريّة «نيتشر» بعض أحدث نتائج المشروع. تستخدم الدراسة الأولى لوحة فانتوم5 لعينات الأنسجة والخلايا الأوّليّة لتعريف أطلس معززات منتسخة ثنائية الاتجاه، نشطة في الجسم الحي عبر كامل جسم الإنسان. أظهر هؤلاء الباحثون أن الأحماض النووية الريبيّة المتوجّة ثنائية الاتجاه هي توقيع (سمة) للمعززات النشطة، وحددوا أكثر من 40 ألف مرشح كمعزز مستمد مما يتجاوز 800 عينة من أنسجة وخلايا بشرية. يُستخدم أطلس المعززات لمقارنة البرامج التنظيمية بين أنواع خلايا مختلفة، وتحديد تعدُّد أشكال النوكليوتيد الفردية (SNPs) التنظيمية المرتبطة بالمرض، وستكون موردًا لدراسة المعززات الخاصة بأنواع الخلايا. في الدراسة الثانية، يُستخدَم فك تتابعات جزيء مفرد؛ لتعيين مواقع بدء الانتساخ لدى البشر والفئران، مع تحليل التعبير الجيني في لوحة خلايا أوليّة متميزة للبشر والفئران، وخطوط الخلايا والأنسجة لإنتاج أطلس التعبير الجيني الثديي الأشمل حتى الآن. توفر البيانات استبصارًا كبيرًا بإطارات القراءة المفتوحة، وتوفر المعززات بشكل جَمْعِي ـ عبر أنواع خلايا مختلفة ـ توثيقًا قيِّمًا للترنسكريبتومات الخاصة بنوع الخلية الثديية.

An atlas of active enhancers across human cell types and tissues
R Andersson *et al*
doi:10.1038/nature12787

A promoter-level mammalian expression atlas
A Forrest *et al*
doi:10.1038/nature13182



التنوع الحيوي

حِراك الأنواع في مناخ متغير

للحفاظ على البقاء في مناخ متغير، قد تحتاج الأنواع إلى التحرك؛ لتمكث بمنطقة ذات درجة حرارة متوسطة مستقرة. يعتمد مثل ذلك الحراك على إمكانية مواكبة مناخ متغير، وعلى غياب الحواجز المادية المانعة للهجرة. استخدم هنا الباحثون سرعة تغير المناخ لرسم خريطة كوكبيّة لكيفية تحوُّل سمات المواقع المناخية الإيكولوجية في العقود الأخيرة، ومن ثم التنبؤ بتغيرات توزيع الأنواع حتى نهاية هذا القرن. تبيِّن الخريطة مناطق ستعمل كمصادر ومصارف مناخية وحواجز جغرافية، يُرَجَّح أن تعوق هجرة الأنواع. تُظْهِر البيانات أن للروابط الجغرافية والحواجز المادية ـ السواحل غالبًا ـ آثارًا عميقة في قدرة الكائنات الحية المتوقعة على تتبُّع مناخها المفضل. ويؤكد هذا العمل على أهمية ممرات الهجرة التي تربط المناطق الدافئة بالباردة، كوسيلة للحفاظ على التنوع الحيوي.

Geographical limits to species-range shifts are suggested by climate velocity
M Burrows *et al*
doi:10.1038/nature12976

الشكل أعلاه | أنماط عالمية لفئات مسارات المناخ. أ-د، على اليابسة (أ) وفي المحيط (ب)، مناطق متناسبة من حيث خط العرض (ج،د). عدم اليقين في تصنيف المناطق مبين بتظليل مستعرض على (أ،ج): أقل من 66% من 500 خريطة فئوية تمهيدية متسقة مع خريطة الفئة الأساسية. المناطق غير المظللة لها تصنيف متسق ومرجح بنسبة أكبر من 66%. وعدم اليقين بين مناطق التقارب والتباعد والمناطق البطيئة وغير المتحركة غير مبيّن.

علم الفلك

الكوكب القزم "سِدْنا" ليس وحيدًا

تشير نماذج تشكُّل النظام الشمسي إلى أن كوكب "سِدْنا" Sedna ـ القزم النائي، البالغ قطره 1000 كيلومتر ـ يبعد بمقدار 76 وحدة فلكية عن الشمس عند أكثر نقاط اقترابه منها، أي الحضيض الشمسي. قد يكون حلقة وصل بين أجرام حزام كويبر Kuiper الذي يدور بمعدل 30 إلى 50 وحدة فلكية وسحابة أورت Oort التي لم تشاهَد حتى الآن، وتقع على مسافة حوالي 10 آلاف وحدة فلكية من الشمس. ومؤخرًا، أورد تشادويك تروخيُّو، وسكوت شِبَرد وجود جسم آخر شبيه بـ"سِدْنا"، هو 2012 VP113، بحضيض شمسي يبلغ 80 وحدة فلكية. يؤكد هذا الاكتشاف أن "سِدْنا" ليس جُرْمًا معزولًا، بل قد يكون الجُرمان عضوين في تجمُّع أجرام سحابة "أُورت" الداخلية التي تفوق عددًا كافة تجمعات النظام الشمسي الأخرى المستقرة ديناميًّا.

A Sedna-like body with a perihelion of 80 astronomical units
C Trujillo *et al*
doi:10.1038/nature13156

البيئة البحرية

تضافُر حيوي يضبط ميزانية الكربون

إنّ العمليات البيولوجية بمنطقة غَسَق المحيط ـ مياه مضاءة بالكاد على أعماق 100–1000 متر ـ تؤثر في تصدير الكربون من المياه السطحية إلى عمق المحيط. وليس واضحًا مدى تلبية الكربون السطحي لاحتياجات الكائنات الحية البحرية من الطاقة، التي تحوِّل الكربون الغارق إلى ثاني أكسيد الكربون، كما أن تقديرات الكربون المتاح أقل كثيرًا من تقديرات الأيض المناظرة. وهنا، تقدِّم سارة جيرينج وآخرون ميزانية كربون متوازنة (ضمن مستويات عدم اليقين في الرصد) لمنطقة الغَسَق بشمال شرق المحيط الأطلسي. أشار الباحثون إلى دور مهم في معالجة الكربون العضوي، يعود إلى تضافر الجهود بين العوائق البحرية الحيوانية

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

والميكروبات، وأظهروا أن الكمية المتوفرة من الكربون العضوي تلبِّي احتياجات تَنَفُّس هذه الكائنات.

Reconciliation of the carbon budget in the ocean's twilight zone

S Giering *et al*

doi:10.1038/nature13123

الشكل أسفله | دورة الكربون المتوقعة بمنطقة غسق المحيط. يتم تزويد منطقة غسق المحيط (مياه مضاءة بالكاد على أعماق 100–1000 متر) بالكربون العضوي على هيئة جسيمات كربون عضوي وكربون عضوي مذاب (خلط رأسي بالإضافة إلى نقل نشط) (سهام خضراء). تتم معالجة جسيمات الكربون العضوي بالكائنات المعتاشة على المخلفات (50%) أو بدائيات النوى الملحقة (50%)، ويعاد تدويرها بمنطقة غسق المحيط حتى يعاد تمعدنها بنهاية المطاف (سهام حمراء)، حيث تهيمن بدائيات النوى على التنفس (79%). معدلات إمدادات الكربون إلى منطقة غسق المحيط المرصودة وإعادة التمعدن عبر التنفس ('CO_2') معروضة في صناديق خضراء وحمراء، على التوالي. التدفق الداخلي الصافي (mg Cm-2d-1) المشتق من نموذج رقمي ممثَّل كسهام (يعكس عرض الخط حجم التدفق؛ الخطوط المنقطة هي بمثابة تدفق<0.5mg Cm-2d-1). التدفق المبين بنجمة هو العوالق الحيوانية المجهرية (مستهلكة بدائيات النواة)، التي ليست مدرجة في التقديرات المقاسة.

البيولوجيا التطورية

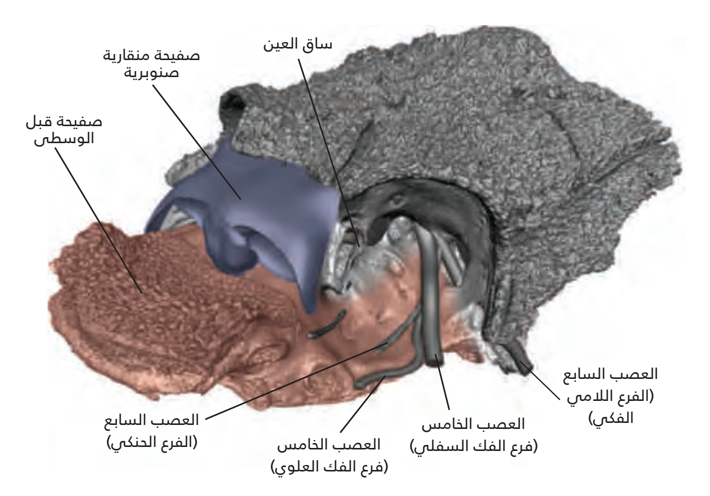
الانتقال من الفقاريات عديمة الفَكّ إلى الفكِّية

يتطلب تطوُّر فقاريّات السَّمَك الفَكِّيَّة من سَمَك عديم الفك أكثر من مجرد إضافة فك إلى رأس عديمة الفك، فهو يستلزم إعادة تنظيم شامل لمورفولوجية الجمجمة. تختلف الفقاريات الفكية الباقية كثيرًا عن الفقاريات عديمة الفك (سمك الأنقليس، وسمك الجريث)، بحيث يصعب أن نرى كيف تَحَقَّق ذلك التطور. تقدِّم دراسات الفقاريات الفكية البدائية جدًّا ـ أحفورة سمك لوحيّات الأدمة (بلاكوديرم) 'رومونديا' ـ لمحة عن كيفية حدوث الانتقال. وقد أظهر فنسنت دوبريه وزملاؤه أن رأس أحفورة "رومونديا" يجمع بين معمار الفقاريات الفكية مع نِسَب الجمجمة والمخ، تشبه تلك الموجودة بالفقاريات عديمة الفك الباقية، مثل سمك الأنقليس، وبعض أحافير السمك عديم الفك. يبدو هذا المزج بدائيًّا بالنسبة إلى الفقاريات الفَكِّيَّة، ويختلف جوهريًّا عن مورفولوجية سمك القرش، المستخدم عادة كنموذج عام للفقاريات الفَكِّيَّة.

A primitive placoderm sheds light on the origin of the jawed vertebrate face

V Dupret *et al*

doi:10.1038/nature12980



الشكل أعلاه | تكوين العرف العصبي مستنبط من حفرية سمكة لوحيات الأدمة (رومُنديا). نموذج PPC-SRμCT لعينة رومُنديا MNHN CPW1 في منظر أمامي ظهراني جانبي من اليسار، مع إعادة بناء الكبسولة المنقارية الأنفية، التي تظهر المدى المستنبط للعرف تحت البصري قبل الفك (وردي) والعرف فوق البصري (أزرق).

الإبصار

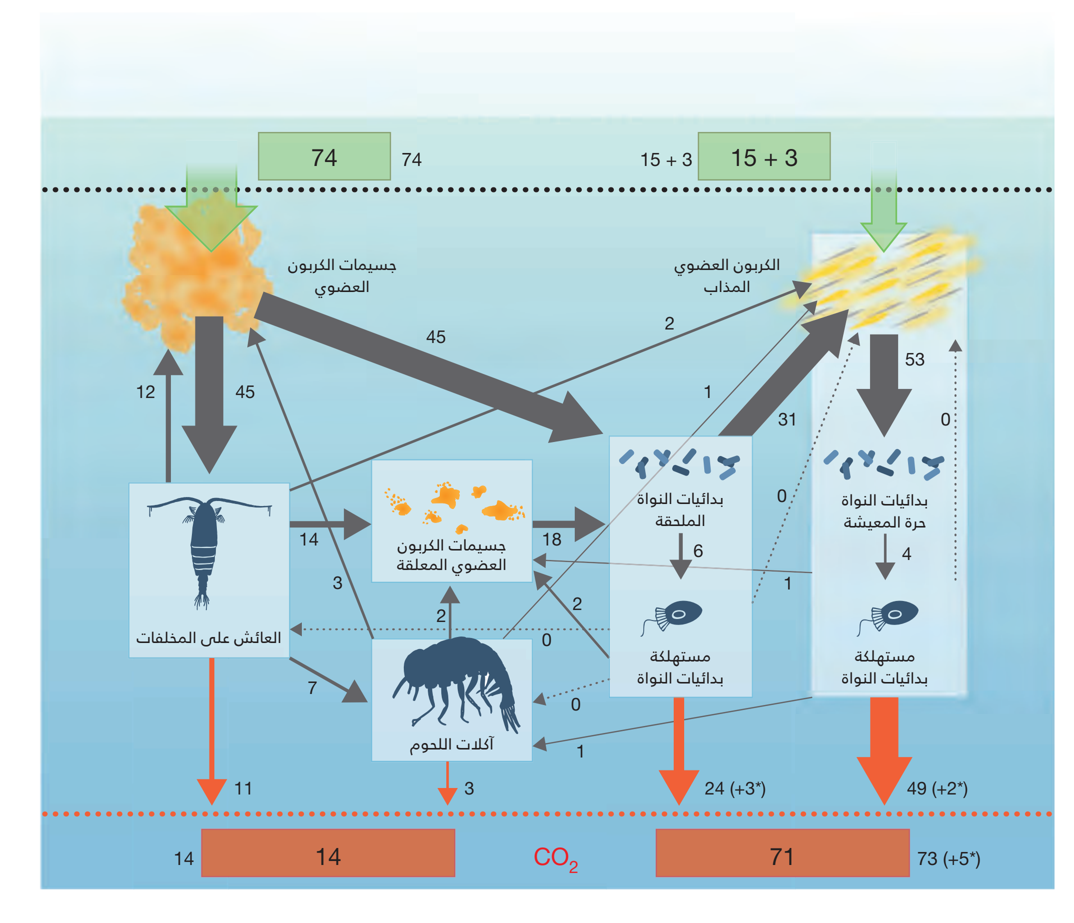
نظرة خاطفة على حركة العين السريعة

لدى استيعاب مشهد بصري، نجري حركات عين سريعة، تُسمَّى الرَّمش، تجلب أجزاء مختلفة من المشهد إلى النقرة، منطقة الشبكية ذات الإبصار الأعلى حدة. تسبِّب حركات العين هذه تحولات كبيرة في صورة شبكية العين، لكن إدراكنا للعالم المرئي (البصري) مستقر ومستمر. فقد وجد تيرين مور وزملاؤه آلية محتملة لهذا الاستقرار في عصبونات مقدم الفص الجبهي، وأظهروا أنه خلال التحضير لحركة العين، تحوِّل العصبونات نطاقاتها الاستقبالية البصرية (المناطق التي تكون العصبونات أكثر استجابةً لها) لأجل طرف تمثيل المناطق ذات الصلة سلوكيًّا، بما يتسق مع الإدراك البصري البشري. تناقِض هذه النتائج فرضية قديمة، تقول إنّ النطاقات الاستقبالية تعيد تبوُّئًا رسم المشهد، محوِّلة تمثيل الفضاء البصري بواسطة عصبونات بالدماغ، تحسُّبًا لنتائج كل حركة عين.

Visual space is compressed in prefrontal cortex before eye movements

M Zirnsak *et al*

doi:10.1038/nature13149



علوم البيئة

انبعاثات الميثان حساسة جدًّا للحرارة

يُعَدّ الميثان غاز احتباس حراري قويًّا، يمتلك أضعاف إمكانات الاحتباس الحراري الكوكبي لثاني أكسيد الكربون. ولذلك.. فإن فَهْم كيفية تغيُّر الانبعاثات مع ارتفاع درجة الحرارة مهم للتنبؤات المناخية. وقد أجرى باحثون تحليلًا أكثر تقدُّمًا لاعتماد انبعاثات الميثان على درجة الحرارة من دراسات مستنبتات مخبرية وعيِّنات بيئية ونظم إيكولوجية كاملة. وجد الباحثون أن انبعاثات الميثان تزداد بازدياد درجة الحرارة بوتيرة تفوق وتيرة عمليتين رئيستين في دورة الكربون والتنفس والتمثيل الضوئي. يطّرد التأثير بشكل مماثل، من مستنبتات الكائنات الفردية المولِّدة للميثان بالمختبر، وصولًا إلى النظم الإيكولوجية الكاملة.

Methane fluxes show consistent temperature dependence across microbial to ecosystem scales
G Yvon-Durocher *et al*
doi:10.1038/nature13164

الوراثة

دور Asc12 في وظيفة الخلايا التائيّة

تتخصص الخلايا التائية المساعدة الجريبية (T_{FH}) في مساعدة الخلايا البائية بالمراكز الجرثومية، وهي أجهزة ليمفاويّة منخرطة في تكاثر وتطوُّر ونُضْج الخلايا البائيّة الليمفاويّة. إنّ عامل النسخ Bcl6 مطلوب لتطور الخلايا التائية المساعِدة الجريبية، لكنْ يُعتقد أنه لا يسيطر على تنظيم CXCR5 للأعلى، أو هجرة الخلايا التائية إلى الجريبات. وتُظهِر هذه الدراسة أن عامل نسخ ثان، Ascl2، ينظم مباشرة تنظيم CXCR5 للأعلى (تقليل الحساسية)، وتنظيم CCR7 للأسفل (زيادة الحساسية)، وأنه مهم للغاية للبدء في تطور الخلايا التائيّة المساعدة الجريبيّة، واستجابة المركز الجرثومي.

Transcription factor achaete-scute homologue 2 initiates follicular T-helper-cell development
X Liu *et al*
doi:10.1038/nature12910

البيولوجيا الجزيئية

ضبط نشاط الخلية القاتلة الطبيعية

توضِّح هذه الدراسة دورًا لم يُعرف سابقًا لإنزيم ليجاز اليوبيكويتين E3 (Cbl-b))، كجزء من مسار تنظيمي لدى الخلايا القاتلة الطبيعية (NK) الفطرية الذي يرخِّص لها برفض انبثاث السرطان تلقائيًّا. والفقدان الوراثي لإنزيم ليجاز اليوبيكويتين E3، أو تعطيل نشاط ليجاز E3 في الفئران يتيح للخلايا القاتلة الطبيعية (NK) كبح نمو كلٍّ من الأورام الأولية المتعددة وانبثاث الأورام البعيدة. تتوسط هذا التأثير أعضاء عائلة مستقبلات كيناز التيروزين TAM، وعلاج الأنواع البرية من الخلايا القاتلة الطبيعية بجزيء صغير مثبط لمستقبلات كيناز التيروزين TAM يمنح نشاطًا علاجيًّا من الخلايا القاتلة الطبيعية ضد أورام سرطان الجلد (الميلانينية) الانبثاثية. يقترح هذا نهجًا ممكنًا لعلاج مضاد للانبثاث، أساس الخلايا القاتلة الطبيعية البشرية، ويفسر ـ في الوقت نفسه ـ خصائص وارفارين warfarin ـ وهو شائع الاستخدام كمضاد تخثر ـ المضادة للانبثاث.

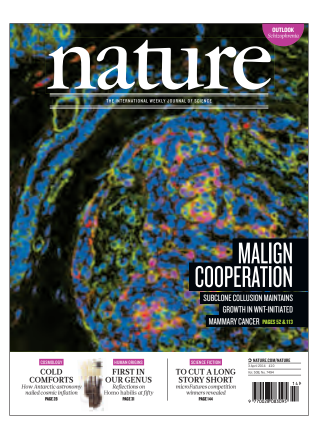
The E3 ligase Cbl-b and TAM receptors regulate cancer metastasis via natural killer cells
M Paolino *et al*
doi:10.1038/nature12998

الهندسة الحيوية

لقاحات وحيدات تستهدف الغدد

اللقاحات القائمة على الببتيدات، أو البروتينات، أو عديدات السكاريد المنقاة، مع مواد مساعدة جزيئية مصمَّمة لتعزيز الاستجابة المناعية، قد تكون أكثر أمانًا وسهولة في التصنيع، مقارنةً بالبدائل. وعمومًا، تثير لقاحات "الوحيدات" هذه استجابات مناعية أضعف من التي تستخدم مسببات أمراض حية مُوهَنَة. قدم داريل إيرفاين وزملاؤه استراتيجية كيميائية بسيطة لاستهداف لقاحات الوحيدات للأجهزة الليمفاوية جزيئيًّا عقب الحقن الوريدي. وصمَّم الباحثون لقاحًا مزدوج الألفة، يتألف من مستضد ببتيد، أو شحنة مساعدة (مادة إضافية) مرتبطة بذيل مُحِبّ للدهون. أظهر اللقاح مزدوج الألفة CpG–حمض نووي/ببتيد الناتج زيادة في الفعالية المضادة للورم بشكل ملموس، مع خفض السُّمِّيَّة، مقارنةً بالمركبات الأصلية.

Structure-based programming of lymph-node targeting in molecular vaccines
H Liu *et al*
doi:10.1038/nature12978



غلاف عدد 3 إبريل 2014
طالع نصوص الأبحاث في عدد 3 إبريل من دَوْرِيّة "نيتشر" الدولية.

المناعة

فيتامين «أ» ضروري لمناعة النسل

هذه المقارنة بين إناث فئران حوامل تَلَقَّت غذاء خاليًا من فيتامين (أ)، وأخرى تلقت غذاءً بمحتوى فيتامين (أ) منخفض أو مرتفع، تكشف دور نواتج أيض فيتامين (أ) لدى الأمهات ـ خاصة حمض الرتينويك ـ في إنشاء المناعة الفطرية لدى الجنين النامي. وهذا الفيتامين مطلوب لتشكيل الأعضاء الليمفاوية الثانوية أثناء تطور الجنين، ويؤثر في كفاءة جهاز المناعة للنسل خلال مرحلة النضج.

Maternal retinoids control type 3 innate lymphoid cells and set the offspring immunity
S van de Pavert *et al*
doi:10.1038/nature13158

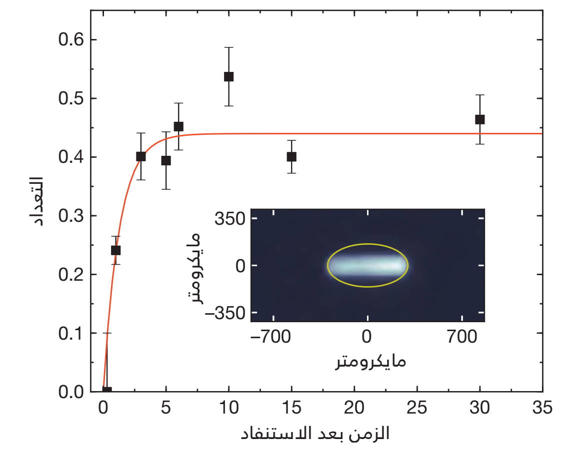
الكيمياء الفيزيائية

جَعْل الجزيئات شديدة البرودة

هناك طلب على الجزيئات الباردة بكميات كافية للدراسة في عدد من المجالات، تتراوح من الفيزياء الأساسية إلى الكيمياء الفلكية. يبين أندرس هانسن وزملاؤه كيف يمكن استخدام مزيج من التقنيات ـ تبريد غاز الهيليوم العازل (بالنسبة إلى الأطوار الدورانية الداخلية)، وتبريد التصادم 'الحساس' (بالنسبة إلى الأطوار الانتقالية) ـ لإنجاز تبريد فعال للأيونات الجزيئية في كل درجات الحرية. والأمر الأبرز هو مدى فعالية التقنية للتبريد الدوراني، مما يعزز آفاق إجراء مثل هذه الدراسات على جزيئات أكبر حجمًا.

Efficient rotational cooling of Coulomb-crystallized molecular ions by a helium buffer gas
A Hansen *et al*
doi:10.1038/nature12996

الشكل أسفله | ديناميات التبريد. تعداد الطور الأرضي الدوراني المُقاس عند درجات تباطؤ مختلفة بعد استنفادها. بارات الخطأ، الانحراف المعياري 1 (s.d.). كانت كثافة الهيليوم (He) أقل بعشر مرات تقريبًا من تلك المستخدمة في إنتاج النتائج السابقة، وذلك لتكون قادرة على حل الديناميّات ذات معدل التكرار المنخفض (10 هرتز) لليزر تفكك الفوتونات المتعددة معززة الرنين (REMPD). يتوافق المنحنى الأحمر مع البيانات من خلال دالة أُسِّيَّة، مما يسفر عن معدل إعادة تعبئة 0.8 ± 0.2 لكل ثانية. ومن هذا المعدل، نستنبط المعدل تحت الظروف التجريبية للأشكال الأخرى لتكون ~ 10 لكل ثانية. الصورة المُدرجة: صورة مسقطية للبلورة المستخدمة لبيانات إعادة الملأ هذه بحيث يكون (650، 950) = (NMg، NMgH).



الشيخوخة

نشاط "الميتوفلاش" يختبر نظرية الشيخوخة

وُضعت نظرية شيخوخة الميتوكوندريا منذ أكثر من 40 عامًا، على أساس أبحاث على الدودة الأسطوانية، الربداء الرشيقة. وتشير النظرية إلى أن الميتوكوندريا هي الدافع الأساسي للشيخوخة، التي تُعرَّف بأنها "زيادة احتمالات الوفاة بزيادة العمر الزمني". وهذه الدراسة هي اختبار مباشر للنظرية باستخدام نهج أصبح ممكنًا مؤخرًا بعد إظهار أن الميتوكوندريا تخضع لانفجارات عشوائية؛ لإنتاج فوق الأكسيد، يمكن تصورها كومضات ميتوكوندريا. وتكرار وميض هذه الميتوفلاشات حساس للإجهاد التأكسدي والتغيرات الأيضية. وقد لاحظ الباحثون أن نشاط الميتوفلاش (وميض الميتوكوندريا) في عضلات البلعوم لدودة ربداء رشيقة، عمرها ثلاثة أيام، يرتبط عكسيًّا مع مدى عمرها. وتُعدِّل ـ عكسيًّا ـ مجموعة كبيرة متنوعة من الطفرات الوراثية والعوامل البيئية مدى العمر وتكرار الميتوفلاش في اليوم الثالث. وحتى ضِمْن التجمعات إسويّة النمط الجيني من الديدان، فإن تكرار الميتوفلاش في اليوم الثالث يرتبط عكسيًّا مع مدى العمر. وتَبَيَّن أن تكرار الميتوفلاش في اليوم الثالث مؤشر قوي يتنبأ بعمر دودة الربداء الرشيقة؛ مما يعكس نطاقًا من التأثيرات الجينيّة والبيئيّة، ويشير إلى ارتباط حميم بين وظيفة الميتوكوندريا والشيخوخة.

Mitoflash frequency in early adulthood predicts lifespan in *Caenorhabditis elegans*

E Shen *et al*

doi:10.1038/nature13012

الشكل أعلاه | أحداث الميتوفلاش (اللمعة الفتيلية) في دودة الربداء الرشيقة من نوع mt-cpYFP المعدل وراثيًّا. أ، مخططات مكانية–زمانية لأحداث الميتوفلاش ببلعوم الربداء الرشيقة من نوع mt-cpYFP المعدل وراثيا بأيام النضج 1، 3، 5، 9، 19 (D1، D3، D5، D9، D19 على التوالي). التموضع المكاني لأحداث الميتوفلاش مبين بالمخططات السطحية المتراكبة على صور البلعوم متحدة البؤرة. تظهر الأرقام ترتيب الحدوث عند تسجيل أكثر من ميتوفلاش بالقطاع البصري (بسُمك مايكرومتر واحد). سُجلت اليوميات الزمنية لتلك الأحداث كعلامات تجزئة عمودية، خلال نافذة استحواذ تبلغ 200 ثانية مبينة تحت الصورة.

علوم الكواكب

تأريخ عُمْر القمر الجديد

حظي عُمْر القمر باهتمام الجيوكيميائيين في الثلاثة عقود الماضية على الأقل. وقد استُخدم عدد من الكرونومترات (المواقيت) لمعالجة المسألة، لكن النتائج اختلفت من طريقة إلى أخرى، جزئيًّا، نتيجة تباين الفرضيّات المطلوبة لحساب ما يُدعى (الأعمار النموذجية). استخدم سيث جاكوبسون وزملاؤه نهجًا بديلًا. فقد أجروا عددًا كبيرًا من المحاكاة العديدة، بعضها قائم على أحداث تَشكُّل القمر المبكرة، وأخرى على أحداث متأخرة. وتوصّلوا إلى وجود ترابط غير معتمِد على نموذج بين عمر تشكُّل القمر والكمية الكتلية المتراكمة بواسطة الأرض منذ الحين المسمى بالتصفيح المتأخر Late Veneer. يوفر تركيز العناصر عالية التآلف مع الحديد (المُحِبَّة للحديد) المرصودة بوشاح الأرض الصخري قيدًا على التأريخ، ويستبعد حدوث تشكل مبكر للقمر. وعوضًا عن ذلك.. حَسِبَ الباحثون أن التصادم الذي شكّل القمر يجب أن يكون قد حدث بعد أن تكوَّن النظام الشمسي بأربعين مليون سنة على الأقل.

Highly siderophile elements in Earth's mantle as a clock for the Moon-forming impact

S Jacobson *et al*

doi:10.1038/nature13172

علم الفلك

تشاريكلو الضئيل له نظامه الحَلَقي

كشفت أرصاد كسوف نجمي من قِبل شاريكلو (10199)Chariklo ـ وهو جرم صغير بالنظام الشمسي، يدور بين زحل وأورانوس ـ عن امتلاكه نظامًا حلقيًّا، وهي سمة رُصدت سابقًا لأربعة كواكب عملاقة فقط. شاريكلو هو أكبر أجرام القنطور المعروفة، بقطر يبلغ حوالي 250 كيلومترًا. يمتلك حلقتين ضيقتين وكثيفتين، تفصلهما فجوة صغيرة، يُحتمل أن تكون ناتجة عن وجود قمر تابع (لم يُرصد بعد)، حجمه كيلومتر واحد. يفسر وجود الحلقتين تباينات طيفيّة وفوتومترية رُصدت سابقًا بين عامي 1997، و2008. ويثير اكتشافهما تساؤلات حول تشكُّل الحلقات الكوكبية وتطورها الديناميكي. ويبدو مرجَّحًا أن حلقات الكواكب أكثر شيوعًا بكثير مما كان يُعتقَد سابقًا.

A ring system detected around the Centaur (10199) Chariklo

F Braga-Ribas *et al*

doi:10.1038/nature13155

السرطان

كروموثريبسيس في اللوكيميا الليمفاوية

هناك مجموعة فرعية تضم حوالي 2% من المرضى بسرطان لوكيميا الطفولة الليمفاوية الحادة، تحمل تضخمًا صبغيًّا داخليًّا لنسخة واحدة من كروموزوم 21 (iAMP21)، مع نتائج متميزة بالنسبة للتشخيص والمآل والعلاج. جمع بيتر كامبل وزملاؤه تحليلات جينومية ووراثية خلوية ونَسْخِيّة ومعلوماتية حيوية؛ لإعادة تركيب تطور هذا الشكل من سرطان الطفولة. وجد الباحثون أن نقل روبرتسون التكويني النادر بين الكروموزومين 15 و21 يزيد بشدة مخاطر الإصابة باللوكيميا الليمفاوية الحادة ذات التضخم الصبغي الداخلي لنسخة واحدة من كروموزوم 21. وفي هذه الحالات، يُستهَل التضخم بكروموثريبسيس chromothripsis (فرط تعدد ترتيبات الصبغيات)، يشمل شِقَّي الصبغي المتآخِيَين من كروموزوم روبرتسون، وهي آلية جديدة للاستعداد للإصابة بالسرطان. في التضخم الصبغي الداخلي (المتقطع) لنسخة واحدة من كروموزوم 21، تكون حادثة الاستهلال عادة دورات كسر ودمج وجَسْر، يتلوها غالبًا كروموثريبسيس. وتُظهر البيانات أن الكروموزومات ثنائية القسيم المركزي قد تكون مُرَسِّبًا مهمًّا للكروموموثريبسيس.

Constitutional and somatic rearrangement of chromosome 21 in acute lymphoblastic leukaemia

Y Li *et al*

doi:10.1038/nature13115

علم الأعصاب

استجابة تدفق الدم للنشاط العصبي

لطالما ارتبطت ديناميات تدفق الدم في الدماغ بالنشاط العصبي، وتشكل أساس التصوير الوظيفي "بولد" BOLD (المعتمد على مستوى أكسجين الدم)، لكنْ ظلت كيفية حدوث توسُّط تغيرات تدفق الدم هذه مثيرة للجدل. وهنا، يكشف ديفيد أتويل وزملاؤه كيف يمكن لنشاط الخلايا العصبية أن يحدث فرط استقطاب الخلايا الحوطية (المحيطة بالشرينات)، مما يؤدي إلى استرخائها، وتمدد الشعيرات الدموية، المسؤول بدوره عن 84% من زيادة الدم المرتبطة بالنشاط العصبي. لذا.. فالإغلاق الشعيري النهائي (غير قابل للانعكاس) الناجم عن موت الخلايا الحوطية أثناء الإسكيميا (الإقفار) قد يؤدي الحاجز الدموي الدماغي ويفاقم الإصابة. ويمكن خفض موت الخلية الحوطية في ظروف إمراضية، إذا تم تثبيط إشارات مستقبل الجلوتامات. يبيِّن هذا العمل أن الخلايا الحوطية مُنظِّمات رئيسة لتدفق الدم بالدماغ، وقد تستهل إشارات التصوير الوظيفي "بولد".

Capillary pericytes regulate cerebral blood flow in health and disease

C Hall *et al*

doi:10.1038/nature13165

البيولوجيا البنيوية

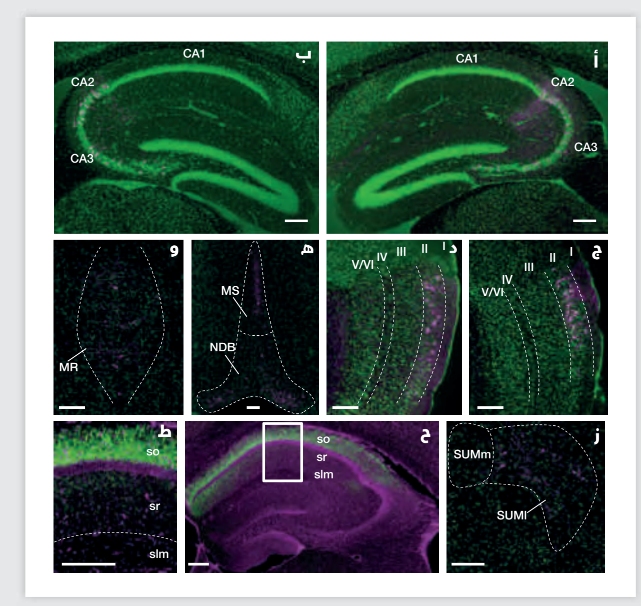
المعقد السُّمّي Tc عامل فوّعة بكتيرية

المُمْرِض المسبِّب للطاعون البشري 'اليرسينية الطاعونية' *Yersinia pestis*، والممرض الحشري (بكتيريا القضيبيات ضوئية اللمعان) Photorhabdus luminescens، والبكتيريا الأخرى تستهدف الخلايا المضيفة من خلال فعل مجموعة من عوامل الفوعة، بما في ذلك المعقد السُّمِّي نوعABC- الثلاثي الذي يعمل من خلال آلية تشبه إبرة الحقنة؛ لإيصال السم إلى الخلية المستهدفة. ومع ذلك.. فالمعلوم قليل عن القوة التي تحرك هذه الآلية. وهنا، أورد ستيفان رونسر وزملاؤه أول بِنَى عالية الاستبانة لوحدة المعقد السُّمِّي TcA لبكتيريا القضيبيات ضوئية اللمعان، وأيضًا البنية الكاملة لمعقد سُمّي بحجم 1.7 ميجا دالتون. تشمل السمات الرئيسة التي تم تحديدها مواقع تقييد مستقبلات، ومنطقة شبيهة بإنزيم نيورامينيديز المهمة لتحديد المضيف، و"زنبرك القصور الحراري" المستحث بدرجة الحموضة (الأس الهيدروجيني) الذي يدفع حَقن قناة TcA إلى الغشاء، وقناة نقل تحمل باستمرار سُمًّا غير مطوي، بسبيله للإدراج في غشاء الخلية المستهدفة.

Mechanism of Tc toxin action revealed in molecular detail

D Meusch *et al*

doi:10.1038/nature13015



علم الأعصاب

الذاكرة الاجتماعية في الحُصَين

بيّنَت سنواتٌ من البحث وظائفَ مختلفة لمنطقتيCA1 وCA3 في الحصين (قرن آمون) بالدماغ، وعَيَّنتها، وظلت وظيفة المنطقة الأصغر CA2 غامضةً. وهنا، باستخدام فأر معدل وراثيًّا يتيح معالجات محددة بعصبونات منطقة CA2 بالحصين، عَيَّنَ فريدريك هِيتّي، وستيفن سيجلبوم مدخلات قشرية محددة لمنطقة CA2، وحدَّدا أن تعطيل عصبونات CA2 يمكن أن يؤدي إلى عجز شديد في الذاكرة الاجتماعية، بينما لا توجد آثار له على غيرها من وظائف الحصين المعلومة، كالذاكرة السياقية أو المكانية. ويرجح الباحثون أن العجز في وظيفة CA2 قد يسهم في المشكلات الاجتماعية لمرض التوحد أو الفصام.

The hippocampal CA2 region is essential for social memory

F Hitti *et al*

doi:10.1038/nature13028

الشكل أعلاه | تتبُّع مستهدف وراثيًّا لدائرة CA2بالحصين في الدماغ. أ- ز، مدخلات أحادية المشبك إلى CA2 التي كشفت مع نوع زائف لفيروس داء الكلب (عدد الفئران 8 =). الخلايا الموسومة بداء الكلب تظهر باللون الأرجواني؛ تظهر صبغة نيسل باللون الأخضر. أ- د، مقاطع سهمية؛ هـ- ز، مقاطع إكليلية. أ، ب، العصبونات الموسومة في CA2 وCA3 بنفس الجانب (أ) وبالجانب المقابل (ب) إلى نصف كرة حقن فيروس داء الكلب. يظهر توسيم داء الكلب المدخلات أحادية المشبك من قشرة المخ الأنفية الداخلية EC الجانبية (ج)، EC الوسطى (د)، الحاجز الأوسط (MS) ونواة من النطاق المائل (NDB) (هـ)، الرفاء الناصف (MR)، (و) ونواة فوق الحليمات الجانبية (SUMl) (ز). العمليات الاستشعاعية في (ج، د) قد تمثل توسيم شجيري أو محوري عصبي. SUMm: نواة فوق الحليمات الوسطى. ح، مخرجات CA2كشفت عنها إشارة YFP محورية عصبية)الأخضر، عدد الفئران 6 = n). صبغة نيسل (أرجواني). so: الطبقة المتجهة؛ sr: الطبقة المشععة؛ slm: الطبقة الجوبية-الجزيئية. ط، التكبير من المنطقة المحاطة بصندوق في ح. لاحظ أن التوسيم القوى في إسقاطات (بروزات) CA2 تتجه إلى الطبقة المتجهة والطبقة المشعّة في CA1. مقياس البار، 200 مايكرومتر.

الطب التجددي

خلايا كبد من خلايا أرومات ليفيّة بشرية

استطاعت دراسات سابقة إنتاج خلايا الكبد من خلايا جنينية بشرية وخلايا جذعية مـستحثة متعددة القدرات (iPS)، لكن محاولات استخدامها لإعادة إشغال أنسجة الكبد بالخلايا تعرقلت بسبب فشل الخلايا المزروعة في التكاثر. اعتمد هولجر ويلنبرينج وزملاؤه استراتيجية بديلة لإعادة إشغال الكبد، بتحويل خلايا أرومات ليفيّة بشرية إلى خلايا كبد ناضجة قادرة على إعادة إشغال كبد الفأر بالخلايا. تجاوز طريقتهم حالة الخلايا المستحثة متعددة القدرات، وبدلًا منها، تُعاد برمجة الخلايا الليفية البشرية إلى حالة الخلايا التي هي أسلاف متعددة القدرات (iMPC). من هذه الخلايا حصل الباحثون على خلايا سلف الأديم الباطن ـ أي الإندودرم (iMPC-EPCs) ـ التي تولِّد خلايا كبد بديلة قادرة على النضج والانتشار بعد الزرع. ويُظْهِر هذا العمل جدوى أهمية إعادة إشغال كبد الفئران بخلايا كبد بشرية أُنتجت مخبريًّا؛ إذ يرسِّخ هذا النظام نموذجًا ممكنًا لأبحاث العلاج ذاتي المنشأ لأمراض الكبد البشري.

Mouse liver repopulation with hepatocytes generated from human fibroblasts

S Zhu *et al*

doi:10.1038/nature13020

الفيزياء

التركيز على الفوتونات مرتفعة الطاقة

تُعَدّ معالجة الفوتونات المتسقة لأشعة جاما السلسة إلى نظام أشعة سينية وعرة عالية الطاقة محبَّبَة في نطاق من التطبيقات العملية والأساسية، لكن الأدوات المتاحة حتى الآن لتحقيق تلك المعالجة تظل

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

محدودة. وقد وَضَع فاريت فاجيزوف وزملاؤه مخططًا للسيطرة المتسقة على الأشكال الموجية لفوتونات جاما الفرادى، ونفّذوه. يطرح هذا العمل إمكانية استخدام فوتونات جاما الفرادى، عوضًا عن الفوتونات البصرية في الاتصالات الكمية والمعالجة المعلوماتية.

Coherent control of the waveforms of recoilless γ-ray photons
F Vagizov *et al*
doi:10.1038/nature13018

البيولوجيا الجزيئية

دور بروتين XBP1 في سرطان الثدي

أوردت لوري جليمشر وزملاؤها أنه في سرطانات الثدي ثلاثية السلبية (TNBCs)، تُظْهِر الخلايا السرطانية القاعدية زيادةً في المستوى القاعدي لإجهاد الشبكة الإندوبلازمية وتنشيط فرع بروتين XBP1 لاستجابة البروتين غير المطوي، وهو مسار رئيس للاستجابة للإجهاد الخلوي في البيئة المجهرية للورم. تفتقد سرطانات الثدي ثلاثية السلبية مستقبلات هرمونات أستروجين وبروجستيرون، ومستقبل عامل نمو البشرة البشري 2 (HER2)؛ مما يجعلها مستعصية على عقاقير كثيرة، من خلال غياب الأهداف "العلاجية". وأظهر المؤلفون أن بروتين XBP1 يعزز تشكيل الورم بواسطة خطوط خلايا سرطان الثدي ثلاثي السلبية بالتفاعل مع عامل محرِّض نقص الأكسجة 1 ألفا (HIF1α)، في غياب نقص الأكسجة. وتُبْرِز هذه الدراسة حلقة وصل مهمة بين مساري إجهاد أساسيين في سرطانات الثدي ثلاثية السلبية، وتقترح تدخلات علاجية ممكنة لهذا الشكل الشرس من سرطان الثدي.

XBP1 promotes triple-negative breast cancer by controlling the HIF1a pathway
X Chen *et al*
doi:10.1038/nature13119

مركبات البايجوانيد فعّالة ضد خلايا الأورام

باستخدام جهاز استنبات متواصل التدفق، يُسمَّى نوتروستات، مصمَّم لضمان مستويات مغذيات ثابتة تحت السيطرة خارج الخلية، غربل ديفيد ساباتيني وزملاؤه خطوط الخلايا السرطانية؛ لاكتشاف الجينات المهمة عند مواجهة الخلايا مستويات جلوكوز منخفضة. وجد الباحثون أن قدرة الخلايا على زيادة الفسفرة المؤكسدة في الميتوكوندريا تحت ظروف انخفاض الجلوكوز كانت حاسمة. وكانت الخلايا السرطانية العاجزة عن ذلك ـ بسبب ضعف استفادتها بالجلوكوز، أو طفرات الحمض النووي للميتوكوندريا ـ حساسةً بشكل خاص لفئة من المركبات ـ البايجوانيد biguanides ـ المستخدَمة في علاج السكري. وقد تؤدي هذه النتائج إلى تطبيقات علاجية جديدة لهذه الأدوية لعلاج الأورام التي تُظْهِر مثل هذه العيوب.

Metabolic determinants of cancer cell sensitivity to glucose limitation and biguanides
K Birsoy *et al*
doi:10.1038/nature13110

ذيول پولي (A)، والتحكم في الترجمة

تحتوي أغلبية جزيئات الحمض النووي الريبي المرسال mRNAs لحقيقيات النوى على ذيل پولي (A) غير مقولب في تدفق يتلو نهايتها 3' غير المترجمة. يساعد هذا الذيل على تحقيق استقرار نسخة "الشفرة الوراثية المطابقة" عن طريق حمايتها من الانحلال، ويسهل أيضًا نقل الحمض النووي الريبي المرسال إلى السيتوبلازم. فكَّ ديفيد بارتل وزملاؤه تتابعات ملايين الأحماض النووية الريبية من الخميرة والنباتات والفقاريات والثدييات، واستخدموا البيانات لتسجيل أطوال ذيول پولي (A). وفي حين يقترن طول الذيل بكفاءة الترجمة في أجنة الضفادع وسمك الزرد، إلا أن الاقتران مفتقَد في الخلايا غير الجنينية. وقد يفسر هذا التحول التطوري ملاحظة أن التنظيم بوساطة الحمض النووي الريبي المجهري (microRNA) يتغير من كبح الترجمة إلى انحلال الحمض النووي الريبي المرسال. والتقنية المستخدمة هنا لقياس أطوال ذيول پولي (A) عند استبانة مستوى حمض نووي ريبي مرسال مفرد ينبغي أن توفر معلومات مهمة عن هذا الشكل من التحكم في الترجمة.

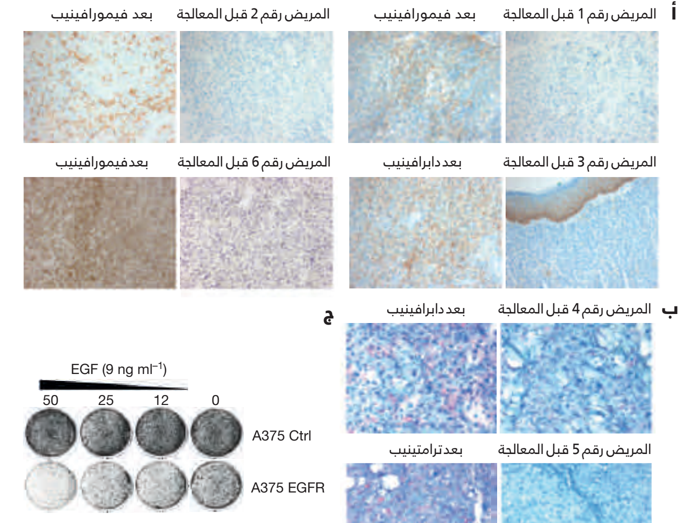
Poly(A)-tail profiling reveals an embryonic switch in translational control
A Subtelny *et al*
doi:10.1038/nature13007

عُطْلة علاجيّة من مضاد الورم الميلانيني

تستجيب أورام الميلانوما (سرطان الجلد) ـ التي تحمل جين *BRAF* الطافر ـ إجمالًا للعلاج بمثبطات *BRAF* (جين بشرى يصنع بروتين B-Raf)، لكن في معظم الحالات تنشأ نسيلات سرطان تقاوم العلاج. وظَهَرَ أن نسيلات السرطان المقاوِمة هذه يمكن أن تبدي انخفاضًا في لياقتها عند إزالة الدواء. وتبيِّن هذه الدراسة آليةً جزيئية كامنة وراء هذه الملاحظة. وقد أظهر رينيه برناردز وزملاؤه أن تتابع إصدار الإشارات المؤدية من كبح جين *SOX10* إلى زيادة تعبير جين EGFR (مستقبل عامل نمو البشرة) يمنح مقاومة لمثبطات *BRAF*، وفي الوقت نفسه يقلل تكاثر خلايا ورم الميلانوما، ويستحث الشيخوخة في غياب المثبطات. ومع الأدلة الأولية على أن هذا المسار مستحث في المرضى الذين طوروا مقاومة، يقترح الباحثون أن انسحابًا مؤقتًا لمثبطات *BRAF* ـ أي عطلة علاجي ـ من شأنه أن يعكس حالة تعبير جين *EGFR* المستحث، وبالتالي قد يجدد حساسية خلايا الميلانوما لمثبطات *BRAF* لدى إعادة العلاج.

Reversible and adaptive resistance to BRAF(V600E) inhibition in melanoma
C Sun *et al*
doi:10.1038/nature13121

الشكل أسفله | تعبير جين EGFR المكتسب في طفرة BRAF(V600E) ورم الميلانوما بعد مقاومة عقار ڤيمورافينيب. أ، ب، تحليل كيميائي نسيجي مناعي (IHC) (أ، صبغة داب DAB، بُني؛ ب، صبغة ريد Red، أحمر) يظهر زيادة تعبير جين EGFR في شرائح أنسجة ورم الميلانوما المثبتة بالفورمالين والمدمجة في البارافين (FFPE) (المرضى رقم 1-5) والمجمدة (المريض رقم 6) من مرضى يحملون طفرات ورم الميلانوما التي طورت مقاومة لعقاقير ڤيمورافينيب vemurafenib، ودابرافينيب dabrafenib، أو ترامتينيب trametinib. لكل مريض، أول خزعة من الورم للتحليل المخبري أُخذت قبل العلاج؛ أُخذت خزعة ثانية بعد أن تقدم الورم تحت العلاج. أُخذت أول خزعة للمريض رقم 4 عندما كان في استجابة جزئية، لكنه طور مقاومة ثانوية بسرعة. وبعد 4.5 شهر، أُخذت خزعة ثانية. ج، يمنح تعبير جين EGFR وضع غير مواتٍ لنمو خلايا طفرة ورم الميلانوما BRAF(V600E) ويقوي ليجاند EGFR نقص النمو مخبريًّا. تم تتبع خلايا ورم الميلانوما A375 (BRAF(V600E مع ناقلات فيروسات عدسية (Ctrl, pLX304-GFP) كمجموعة ضابطة أو ناقلات تعبر عن جين EGFR (EGFR, pLX304-EGFR)) بُذرت بالكثافة ذاتها واستنبت في وجود EGF في التركيز المشار إليه لمدة أسبوعين. ثُبت الخلايا وصُبغت وصُوِّرَت.



دعـوة للحضور

تحت رعاية خادم الحرمين الشريفين
الملك عبد الله بن عبد العزيز





المؤتمر السعودي الدولي الثاني لتقنيات البيئة ٢٠١٤

٢٠ – ٢٢ ذو القعدة ١٤٣٥ هـ ، الموافق ١٥ – ١٧ سبتمبر ٢٠١٤ م

قاعة المؤتمرات - مبنى ٣٦ - مقر المدينة الرئيسي - طريق الملك عبدالله - الرياض

ص.ب ٦٠٨٦ الرياض ١١٤٤٢
المملكة العربية السعودية
هاتف: +٩٦٦ ١١٤٨١ ٤٣٤٩
فاكس: +٩٦٦ ١١٤٨١ ٣٨٣٠
www.kacst.edu.sa

مهن علمية

أدوات بحثية الباحثون يتعلمون تَقَبُّل فكرة مفكرات المختبر المتاحة على الإنترنت، ومتاعبها **ص. 83**

سَحْب الأوراق البحثية ارتكاب الأخطاء هو جزء من العِلْم، لكن تصحيحها بسرعة ووضوح يُجنِّبك الوَصْم **ص. 85**



وظائف نيتشر لأحدث قوائم الوظائف والنصائح المهنية تابع: **www.naturejobs.com**



SHANNON STAPLETON/REUTERS/CORBIS

موقع تكسير في ويلستون، داكوتا الشمالية. عانت الولاية نقصًا في المساكن، نتيجةً لتدفق آلاف العمال الوافدين للالتحاق بالطفرة النفطيّة.

علوم الأرض

أصول التكسير

يمكن للعلماء في أمريكا الذين يتطلعون لركوب موجة التنقيب عن الغاز الطبيعي العثور على مجموعة متنوعة من الخيارات للعمل، من البحث الكيميائي إلى الرصد البيئي.

سِدْ بيركِنز

تشهد مزاولة التصديع الهيدرولي (وتسمى عادة «التكسير») نهضةً وانتعاشًا في أمريكا الشمالية. ففي الولايات المتحدة ـ وهي أكبر منتج للغاز الصخري في العالم، بعد كندا ـ زاد إنتاج الغاز الأمريكي بنحو عشرة أضعاف بين عامي 2006، و2013 .وعلى الرغم من المخاوف بشأن استدامة التكسير (انظر: J. D. Hughes *Nature* **494**, 307-308; 2013) وتأثيره على البيئة، فإن فرص العمل في هذه الصناعة - وكثير منها ذو صلة بالعلوم – في ازدهار مستمر.

ينطوي التكسير على ضخ كميات كبيرة من المياه محمَّلة بالكيماويات والرمال في تكوينات الطَّفْل تحت الأرض؛ من أجل تحطيم الصخور، ثم تدعيم فتح الشقوق الناتجة عن ذلك؛ ما يحرر النفط والغاز الطبيعي المدفونين هناك. وتزايد التصديع الهيدرولي يغذي الحاجة إلى جيولوجيِّي الحقل ومهندسي البترول، فضلًا عن فتح فرص العمل لمجموعة واسعة من العلماء، من بينهم الكيميائيون ومهندسو البيئة. والكثير من الوظائف يتعلق بالحاجة إلى معالجة وإعادة تدوير ملايين اللترات من مياه الصرف التي تُخْرِجها البئر المصدَّعة هيدروليًّا، أو التخلص منها.

ينابيع الفرص

تتكون صناعة الغاز والنفط من مجموعة واسعة من الشركات، بدءًا من كبار المنتجين (مثل BP في لندن، وإكسون موبيل في ايرفينج، تكساس)، مرورًا بمقاولي الباطن الذين يقدمون لهم الخدمات (مثل هاليبرتون في هيوستن، تكساس)، وصولًا إلى الشركات الاستشارية. وبالتالي، فإن هناك فرصًا كبيرة ومتنوعة للعمل مع شركات مختلفة تتطلب ـ في كثير من الأحيان ـ مجموعات مختلفة من المهارات الفنية ومستويات الخبرة. والأمر الأرجح هو توظيف حمَلة شهادات البكالوريوس، ثم تدريبهم بالمنزل، كما يقول مايكل وير، نائب مدير معهد الطاقة بجامعة تكساس في أوستن. وهناك أيضًا الكثير من الأماكن الشاغرة للمتقدمين من الحاصلين على درجات متقدمة .

تبيِّن الأرقام الأوَّليّة الصادرة عن معهد العلوم الجيولوجية الأمريكي (AGI) في الإسكندرية، بولاية فيرجينيا، أن حوالي 75% من خريجي العام الماضي بالولايات المتحدة في الجيولوجيا والجيوفيزياء ذهبوا إلى صناعة الغاز والنفط. إضافة إلى ذلك.. هناك أيضًا حوالي 46% من الحاصلين على درجة الماجستير، وحوالي 33% من حملة الدكتوراة في الولايات المتحدة توجَّهوا إلى هذا القطاع. وهذا «تغيير جوهري حقيقي»، كما يقول كريستوفر كين، مديرالتكنولوجيا والاتصالات في معهد العلوم الجيولوجية الأمريكي؛ فقبل ثلاث سنوات، ذكر المعهد أن حوالي 10% فقط من حملة الدكتوراة الحاصلين عليها حديثًا ذهبوا إلى القطاع الخاص. ◄

هذا التوجه نحو الصناعة قد يرجع ـ جزئيًّا ـ إلى سوق أكاديمية محدودة نسبيًّا.

الرواتب في صناعة الغاز والنفط ـ ومن بينها قطاع التكسير ـ جذابة، مقارنةً بمعظم المناصب الأكاديمية في بداياتها. ووفقًا لمكتب إحصاءات العمل في أمريكا، كان متوسط الدخل لعلماء الجيولوجيا الأمريكان دون 91 ألف دولار أمريكي في عام 2012. ويتوقع المكتب أن يقفز عدد وظائف العلوم الجيولوجية بنسبة 16% (بزيادة قدرها حوالي 6000 وظيفة) بحلول عام 2022، وهي نسبة أعلى بخمس نقاط مئوية كاملة من متوسط نمو الوظائف في الولايات المتحدة خلال الفترة نفسها.

حاليًا، تُعتبر أمريكا الشمالية هي مصدر العلماء للوظائف المتعلقة بالتكسير، لكن الصخور الغنية بالنفط والغاز في أماكن أخرى سوف تُستغَل بمعدلات متزايدة في العقود المقبلة. إنتاج الغاز الصخري في أوروبا في الوقت الراهن نسبته صفر تقريبًا، ولكن من المتوقع أن يرتفع الإنتاج إلى ما يقرب من 85 مليار متر مكعب بحلول عام 2040. وبالمثل، يُتوقع أن تنتج الصين 141.5 مليار متر مكعب من الغاز الصخري بحلول عام 2040، أي ما يعادل 50% من إنتاج الغاز الطبيعي في البلاد.

سد الثغرات

تؤكد بيانات الاستطلاعات على الحاجة إلى مهارات فنية معينة فيما يتصل بالتكسير. وقد تبيَّن أنه ثمة حاجة لأناس ذوي مهارات في إعادة التدوير، والتخلص من مياه الصرف ومعالجتها، وفق استطلاع لآراء مهنيِّي صناعة الغاز والنفط، أجرته جمعية مهندسي البترول، التي مقرها في ريتشاردسون، تكساس (*J. Petrol. Technol.* **65**, 82-85; 2013).

ينبِّه كين إلى أن أرباب العمل المحتملين يستشهدون بفجوتين مهاريَّتين مرتقبتين ـ على وجه الخصوص ـ في صفوف الموظفين الجدد: وهما نقص في المهارات الكمية (مثل الخبرة في ديناميّات الموائع)، وعدم وجود الخبرة الميدانية (40% فقط من الخريجين الجدد حضروا مخيَّمًا على الأقل لمدة 6 أسابيع، يعادل تدريبًا داخليًّا). إن سد هذه الثغرات يعزز الرغبة في المرشحين لوظيفة. وعلى الرغم من أن اكتساب المهارات الكمية أمر طبيعي في علوم الأرض أو شهادة هندسة البترول، فإن الحصول على الخبرة الميدانية قبل التخرج أصعب قليلًا، كما يقول فوستر جيه. سوير، جيولوجي التنقيب بمدرسة ساوث داكوتا للمناجم والتكنولوجيا في رابيد سيتي . معظم المدارس المانحة لشهادات هندسة البترول تحجز مخيمات ميدانية لطلبتها، ولذا.. فعلى أولئك الذين يسعون لتعظيم فرصهم من أجل تأمين هذا الاعتماد أن يضعوا في حسبانهم حضور هذه البرامج.



«يُعتبر ذوو المعرفة الثاقبة بميكانيكا الصخور وفيزياء الصخور ذخيرة شحيحة جدًا في الوقت الراهن»

سكوت تينكر

GREGORY DANIEL

إن أصحاب المعرفة الثاقبة بميكانيكا الصخور (كيفية استجابة الصخور للقوى) وفيزياء الصخور (كيفية تفاعل الصخور والموائع) هُم «ذخيرة شحيحة جدًّا في الوقت الراهن»، على حد قول سكوت تينكر ـ عالِم الجيولوجيا تحت السطحية، والعميد المشارِك بجامعة تكساس في أوستن ـ الذي ـ قبل أن يعود إلى الوسط الأكاديمي منذ 15 عامًا ـ قضى 17 سنة في صناعة الغاز والنفط؛ ليكتسب تلك المهارات – تفسير بيانات مجسَّات الصخور والزلازل وآبار السبر ـ من أجل البحث في الرواسب الغنية بالغاز والنفط؛ وتطويرها، ومن ثم استخدام هذه البيانات في بناء نماذج ثلاثية الأبعاد لمكامن النفط والغاز. معظم هذه الخبرة يُكتسب بالدربة خلال العمل، رغم أن هناك معاهد تقدِّم دروسًا في مثل هذه المجالات. ويجب على العلماء ذوي الاهتمام التحرِّي بدقة عن هذه البرامج؛ للتيقُّن من أنها توفر مهارات قابلة للتسويق.



DANIEL J. SOEDER

التكسير في جرين كاونتي، بنسلفانيا.

مشكلات تخلق فرصًا

إن المشكلات المرتبطة بالمياه العادمة من التصديع الهيدرولي يمكن التعامل معها من خلال عدة جبهات؛ ما يفتح أسواقًا لطائفة من العلماء. فالبحث جار عن بدائل للمزيج الحالي من الكيماويات التي تضاف إلى المياه المستخدَمة في التكسير: هذه المواد الكيميائية (التي غالبًا ما تكون ضارة في حد ذاتها) لديها فرصة كبيرة لتتفاعل مع بعضها البعض في بيئة عميقة حارة ذات ضغط عال داخل البئر، منتجةً نواتج ثانوية ربما تكون أكثر إزعاجًا وضررًا. هذا.. وسوف يزداد احتمال التلوث، فرغم أن حوالي 34% من إنتاج الغاز الطبيعي حاليًا في الولايات المتحدة يأتي من التكسير، فسوف ترتفع هذه النسبة إلى 50% في عام 2040، وفقًا لما أوردته إدارة معلومات الطاقة الأمريكية.

يمكن للكيميائيين أن يقوموا بدور جوهري للحدّ من مشكلات صرف التكسير، كما يقول ديفيد إلمان، العامل ببيت الخبرة أوول في تولسا، بولاية أوكلاهوما. أحد الأسباب ـ كما ينوِّه ـ أن الباحثين ـ سواء في صناعة الغاز والنفط، أم في الأوساط الأكاديمية ـ يحاولون التخفيف من وقع الآثار البيئية من خلال استحداث مواد كيميائية صديقة للبيئة، إمّا أن تتحلل بسرعة أكبر، أو تكون أقل سُمِّيَّة. إضافة إلى ذلك.. فإن الكيميائيين يتطلعون إلى ابتكار خليط لا تتفاعل المكونات فيه مع بعضها البعض بشكل ضار داخل الآبار. يقول ويبر: «ثمة متسع لكيميائيِّي (الحُفَر الجوفية) من أجل حلّ هذا».

هناك أيضًا طلب على المهندسين المدنيين الذين يُكلَّفون بمشروعات معينة، مثل تصميم بِرَك سطحية أفضل لتخزين مياه الصرف، لأن غالبية مخاطر التكسير تأتي من التسرب إلى خزانات المياه الجوفية، وفي الغالب يحدث هذا من على سطح الأرض، لا من الآبار التي تحتها. كما يمكن لمهندسي البيئة ومتخصصي معالجة مياه الصرف استغلال خبراتهم؛ لتخفيف مشكلات ما بعد تكسير البئر، إما عن طريق معالجة المياه، أو تطوير تقنيات بلا مياه، أو باستخدام مياه قليلة.

هناك مهندس بترول يُدعَى موكول شارما، يرأس مجموعة بحثية بجامعة تكساس في أوستن تحاول ـ ضمن أمور أخرى ـ تطوير سوائل تكسير بديلة. ويضم فريق شارما حوالي 27 خريجًا وخمسة طلاب جامعيين، أغلبهم يسعون لنيل شهادة، إمّا في الهندسة الكيميائية، أو الميكانيكية، أو المدنية. ويضم الفريق أيضًا طلبة يريدون الحصول على شهادة في الرياضيات التطبيقية، أو الجيولوجيا، أو الجيوفيزياء. يقول شارما: «هذه مشكلة متعددة التخصصات إلى حد بعيد، ولذلك.. فهي تتطلب أناسًا ذوي مجموعة واسعة من الخلفيّات».

يواجه شارما وزملاؤه ـ سواء داخل الصناعة، أم في الأوساط الأكاديمية ـ تحديًا صعبًا. والبدائل الممكنة للمياه المحمَّلة بالكيماويات هي الرغاوي القائمة على النيتروجين، أو ثاني أكسيد الكربون. إن مثل هذه الموائع يمكن أن تقلل من حجم العوادم الناتجة أثناء عملية التكسير، لأن الغاز يمكن إزالته من الرغوة بعد الاستعمال، لكن الجانب السلبي قد يكون في ضرورة حقن كيماويات (أخرى)؛ لتبديد الرغوة الكثيفة؛ ما (قد يخلق نفايات كيميائية من نوع مختلف). وتوفر مسائل مثل هذه فرصًا بحثية وافرة.

نوع التقاعد

إن ارتفاع نسبة 16% في عدد وظائف العلوم الجيولوجية في أمريكا بحلول عام 2022 لا تأخذ بعين الاعتبار عددًا كبيرًا من الشواغر التي ستتوافر بسبب التقاعد أو التناقص. ووفقًا لبيانات نشَرها معهد العلوم الجيولوجية الأمريكي مؤخرًا، فمن المتوقع أن يتقاعد بحلول عام 2018 حوالي 12% من علماء الجيولوجيا العاملين منذ عام 2011.

يعني التقاعد خسارة كبيرة في المعرفة التقنية للوكالات الاتحادية و«الولاياتيّة» العاملة في التنظيم والسلامة، كما يقول كين. ولذلك.. سوف تكون هناك حاجة إلى مهندسين خبراء في البيئة؛ لمراقبة جودة الهواء واستخدام المواد الكيميائية. وبالنسبة إلى مَن ينضمون إلى هذا المجال، فهو ينوه إلى «أنه سيكون انتقالًا صعبًا»، لكن العلماء الذين في مستهل مسيرتهم المهنية سيكونون في وضع جيد يمكِّنهم من إحراز تقدم سريع صوب المناصب الإدارية، كما أنه مدعاة لتفاؤل العلماء المتمرسين. يقول كين: «والذين يعملون في المجال منذ خمس إلى عشر سنوات ستكون لديهم فرص مدهشة».

وسواء أكانوا علماء في منتصف حياتهم المهنية، أم حديثي التخرج، فإن علماء الجيولوجيا المهتمين بصناعة الغاز والنفط لديهم الكثير من الخيارات، وفي بعض الحالات هناك بعض التوقعات أفضل مما في الأوساط الأكاديمية بالنسبة إلى الرواتب وإمكانية الترقي. يقول سوير: «وفي الوقت الراهن، يُلاحَظ أنّ سوق العمل يتسم بالقوة، كما يُلاحَظ أنّ مستقبل علماء الجيولوجيا الشباب مشرق للغاية». ■

سِد بيركنز كاتب حُرّ من كروس فيل، ولاية تينيسي.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



SERGEV NIVENS/SHUTTERSTOCK

أدوات بحثية

اتــرك الــورق.. وتَمَيَّــزْ

الباحثون يتعلمون تَقَبُّل فكرة مفكرات المختبر المتاحة على الإنترنت، لكن الأمر لا يمرّ دون متاعب متزايدة.

أماندا ماسكاريللي

بعد مرور عامين على بدئه دراسة الدكتوراة، احتاج كارل بويتيجر طريقةً أفضل، تساعده على تنظيم بياناته وتوليف أفكاره. وخلال بحثه على الإنترنت، عثر على مفكرة المختبر الإلكترونية المفتوحة الخاصة بعالِم الكيمياء كاميرون نيلون؛ وأُعْجِبَ بويتيج ـ الذي كان يدرس الإيكولوجيا الرياضية ـ بما رأى. وقد رفع نيلون ـ الذي يعمل حاليًّا مديرًا لقسم الدفاع عن القضايا في المكتبة العامة للعلوم في سان فرانسيسكو بكاليفورنيا ـ السِّتَار عن الخطوات والعمليات الفكرية التي تقف خلف محاضر الجلسات وأبحاثه العلمية. كانت مجموعة البيانات ومحاضر الجلسات ونتائج أعماله كلها مرتبطة معًا ومتاحة على الإنترنت، وهو ما جعل من السهل استكشافها والاستشهاد بها.

صنع بويتيجر مفكرته الإلكترونية الشخصية، مستوحيًا فكرة نيلون، حيث بدأ يكتب عن أبحاثه اليومية على موقع «ويكي» ـ المتاح للجمهور على الإنترنت ـ والذي يتابعه مجتمع العلوم المفتوحة. وبإمكان القراء إيجاد المفكرة على روابط الـRSS الخاصة بموقع «ويكي» على مواقع التواصل الاجتماعي، وكذلك بالبحث عبر «جوجل»، وبإمكانهم أيضًا وضع التعليقات عليها.

وسرعان ما بدأ يتلقى اقتراحات حول أبحاثه وأساليبه، وردودًا قَيِّمَة حولها من علماء آخرين، أغلبهم من متابعي العلوم المفتوحة من خارج مجاله البحثي، حتى إنّ بعضها أدّى إلى فتح سبل تعاون.

بعد مرور أربعة أعوام، يعمل بويتيجر حاليًّا كعالِم للإيكولوجيا النظرية في جامعة كاليفورنيا بسانتا كروز، وهو من رواد مجال استخدام المفكرة المفتوحة. إنه مقتنع بقيمتها، وهو ليس وحده في ذلك؛ فالفكرة ما زالت تجتذب اهتمامًا في بعض الدوائر العلمية، وليس كلها.

وسواء أكانت مفكرات المختبر ورقية، أم في صورة رقمية، فإن هدفها هو التوثيق الدقيق لـ: أين، وماذا، ولماذا تم إجراء التجارب (انظر: «سجل الإنجازات»)، وهي غالبًا ما تحتوي على معلومات أكثر بكثير مما يُنشَر في الأوراق البحثية الأكاديمية. ويمكن استخدامها كدليل للحصول على براءة اختراع، أو لتسوية النزاعات القانونية، أو لنقل أحد المشروعات البحثية من باحث إلى آخر. ودائمًا ما تطالِب المختبراتُ الصناعية باحثيها بتسجيل الوقائع في مثل هذه السجلات، وكذلك يفعل عديد من الباحثين الرئيسين في المختبرات الأكاديمية. وحتى وقت قريب، كانت هذه المعلومات يتم الاحتفاظ بها في مكان آمن بالمختبر، إلى أن يتم نشرها.

تمثل المفكرات الإلكترونية المفتوحة تغييرًا جذريًّا في هذه الروح التي كانت تسود المجتمع العلمي. فالبيانات والطرق العلمية لم تعد تُعْزَل في كتب، أو تخبَّأ بعيدًا في ذاكرة جهاز كمبيوتر خاص، بل تتم مشاركتها عبر الإنترنت؛ ليراها الجميع. يرتعب بعض العلماء من فكرة معرفة أي شخص ـ غير زملائهم في المختبر، أو الجهات المتعاونة عن قرب في الأبحاث معهم ـ تفاصيل الخطوات أو المنطق الذي تقوم عليه مشاريعهم البحثية، قبل أن يتم نشرها، لكن العلوم المفتوحة بدأت تَلْقَى قبولًا أوسع، مع تغيُّر التقنيات، ومع اكتشاف أجيال حديثة من العلماء أدوات ومقاربات بديلة.

تقبّل الانفتاح

يعترف بويتيجر بسهولة أنّ جعْل كافة عملياته العلمية متاحة على الإنترنت في كل خطوة يقوم بها يحمل مخاطرة، لكنه يشير إلى أن «عليك أن تتحمل المخاطر لتكون ناجحًا»، مضيفًا: «إن فكرة وجود طريقة خالية من المخاطر لتعريف الناس بالأبحاث التي تقوم بها، وتفهيمها لهم، وإشراك جهات تتعاون معك، هي من قبيل الخرافات». يضع بويتجير تحديثات لأعماله على مدار اليوم، كما لو كان يكتب ملاحظات في مفكرة ◄

ورقية عادية، لكنه ينشر توليفات من التحليلات وملخصات عدة مرات في الأسبوع أو الشهر. ويبقى لدى بويتيجر بعض المخاوف حول سرقة أعماله (انظر: *Nature* **493**, 711; 2013)، لكنه يقول إن هذه التحفظات تقابلها وتتغلب عليها فوائد عديدة تعود عليه مِنْ جَعْل عِلْمه مفتوحًا ومتاحًا، كأنْ تتيح له فرصًا لاجتذاب جهات التعاون، وأن يشتهر في مجاله.

إن القبول التدريجي للعلم المفتوح في مجالات معينة، مثل الكيمياء والرياضيات وعلم الأعصاب وعلم البيئة، يلقي الضوء على التحديات المرتبطة بإدارة المعلومات التي تواجه العلماء. يقول بويتيجر: «بما أن العلم أصبح أكثر تعقيدًا، ولا تتسع الأوراق البحثية التي ننشرها لكافة التفاصيل والبيانات؛ فنحن الآن بصدد خسارة. كيف يمكن لنا أن نوصل للناس ما نفعله بالضبط؟ كيف يمكن لنا أن نُبْقِي على إمكانية تكرار التجارب العلمية؟»

إن العلماء يقومون بجمع وتخزين وتحليل البيانات بطرق مختلفة، وباستخدام مجموعة كبيرة ومتزايدة من الأدوات. وهذا يجعل من الصعب مقارنة نتائج باحث بنتائج آخر، بل ومن الأصعب معرفة كيفية إعادة تجاربهم، والحصول على النتائج نفسها، حسبما تقول كارلي ستراسر، المتخصصة في معالجة البيانات والعلوم المفتوحة في المكتبة الرقمية لكاليفورنيا في أوكلاند. وتضيف: «ما زالت لدينا مفكرات ورقية، وما زالت لدينا ملاحظات على وريقات لاصقة، وما زالت لدينا مكالمات هاتفية لا نقوم بكتابة محتواها، وطِنٌ من رسائل البريد الإلكتروني التي تروح ذهابًا وإيابًا. وهناك الكثير من الأجزاء المتحركة. والعلماء لا يتعلمون حقًّا كيفية تسجيل العملية».

ترجع أسباب المشكلة في الغالب إلى نقص التدريب. فالطلاب الجامعيون يقومون بتسليم مفكرات مفصلة لتجاربهم البسيطة نسبيًّا، ولكن مع تزايد تعقيد أعمالهم البحثية عندما يصبحون طلابًا للدراسات العليا، فإنهم يعانون في توثيق هذه التجارب الضخمة. ويفتقر العديد من المختبرات إلى قواعد رسمية لكتابة المفكرات. وتقول ستراسر إن أسلوبها عندما كانت طالبة للدكتوراة في البيولوجيا البحرية كان أسلوبَ مَنْ ليس بيده حيلة أخرى؛ فقد كانت تقطع وتلصق أوراقًا تطبعها من الكمبيوتر في مفكرة ورقية، وتقوم بتخزين البيانات في «أكوام فوضويّة» على جهاز الكمبيوتر، وتستخدم خاصية كتابة التعليقات المتاحة على برنامج «إكسل» لوصف النتائج.

اسبح مع التيار

حالما يتجاوز الباحثون فكرة التوثيق المجرد لمهامِّهم اليومية، فإنهم يتحولون إلى العمل بمفكرات المختبر الإلكترونية التي لديها عدد لا يحصى من المواصفات، والتي توفر إمكانات لتسيير العمل. إن هذه الحزم من البرمجيات تهدف إلى التعامل مع العملية العلمية كاملة - ابتداء من تصميم الدراسة، حتى تحليل البيانات وعرضها ـ في وقت قريب من زمن إجراء العملية الحاسوبية، وتساعد زملاء المختبر على مراجعة العمل البحثي، وإعادة إجراء التجارب. وبإمكان المستخدمين مشاركة البيانات والطرق المتبعة حالما تتم، أو أن يختاروا الانتظار حتى يتم نشر النتائج في نشرات علمية.



«هناك الكثير من الأجزاء المتحركة. والعلماء لا يتعلمون حقًّا كيفية التقاط العملية»

كارلي ستراسر

على سبيل المثال.. هناك برنامج يسمى R، يُستخدَم على نطاق واسع في مجتمع علم البيئة. وباستخدام هذا البرنامج، بإمكان الباحثين أن يشتركوا في صياغة النص ورموز شفرات البرمجة وتحليل البيانات؛ لتصبح قصة متكاملة. ولم تعد هناك ضرورة لأنْ تبقى الخطوات التي أدت إلى نشر ورقة بحثية محظورةً على الباحثين الآخرين؛ فبإمكان أي شخص أن يطَّلِع على كافة الخطوات على طول الطريق، ويحاول إعادة إنتاجها، أو أن يأخذ العمل البحثي في اتجاهات أخرى. يقول كارثيك رام، عالم البيئة الحاسوبية في جامعة كاليفورنيا في بيركلي: «إن هذه الأدوات تسمح لي باستكشاف أفكار بديلة بطريقة مُهَيْكَلَة، وموثَّقة، وبدون تعطيل عملي القائم».

بين عامي 2009 و2011، كان رام باحثًا لما بعد الدكتوراة في جامعة كاليفورنيا بسانتا كروز، يدرس تأثيرات التغير المناخي على الثدييات الضخمة في حديقة يلوستون القومية في وايومينج. وقد احتاج إلى أن يجمع بين بيانات تعود إلى عقود من الزمان، وتأتي من مصادر متعددة ـ مثل بيانات حول التاريخ الطبيعي لآكلات العشب، وحول كيفية تغيُّر سلوك هجرتها على مدار الزمن ـ وأن يربطها جميعًا ببيانات المناخ طويلة المدى، والتغيرات في كثافة الثلوج والغطاء النباتي. ولأنه يستخدم البيانات والنماذج الموجودة للإجابة على تساؤلاته، فإنه غالبًا ما يحتاج إلى فهم الخطوات الوسيطة التي تم اتباعها على طول الطريق، مثل الأساليب الإحصائية المستخدَمة. وقد وجد رام أنه من الصعب التفتيش في مجموعات البيانات الخاصة بباحثين آخرين؛ ليتمكن من أنْ يبني أبحاثه عليها، لكنه يقول إن مِنَصّات تسيير العمل ـ مثل R، وIPython (انظر: «التحكم في سير العمل») ـ بدأت الآن تجعل هذا النوع من الأعمال أكثر قابلية للإدارة. ومن بين المنصات الأخرى منصة «بروجيكتس» Projects (التي طورتها شركة «ديجيتال ساينس»، الشركة الشقيقة لمجموعة «نيتشر» للنشر).

حالما يتم ملء نظام سير العمل بالتفاصيل الصغيرة الجوهرية للمشروع، يمكن للعلماء الاستفادة من الأدوات المتاحة على الإنترنت، مثل مواقع «ويكي»، ووسائل الإعلام الاجتماعي، لكتابة ومشاركة أعمالهم. ولَدَى جان كلود برادلي ـ عالِم الكيمياء العضوية في جامعة دريكسل في فلادلفيا ببنسلفانيا ـ العديد من المشروعات في مختبره تعتمد على مواقع «ويكي». فأي بيانات خام يصل إليها أحد المشروعات، بما فيها الصور والفيديوهات ونتائج التحليل الطيفي، تتم مشاركتها سريعًا بين أعضاء الفريق، وغالبًا يتم ذلك في يوم. كما يستخدم أعضاء المختبر مواقع «ويكي» لمشاركة نتائج أبحاثهم. وتمثل كلُّ صفحة على موقع «ويكي» صفحةً في مفكرة المختبر، بأقسامها وأهدافها وأساليبها والمكونات الأخرى بها.

تساعد كل هذه الأدوات على إنشاء ما يسميه هواة

سجل الإنجازات

مسرد مصطلحات المفكرات الإلكترونية

هناك العديد من الطرق لإنشاء مفكرة إلكترونية تواكب القرن الواحد والعشرين، ولجعل أعمالك متاحة لوصول الآخرين إليها.

- **المفكرة الإلكترونية (مفتوحة، أو مغلقة)** هي نسخة رقمية لمفكرة المختبر الورقية التقليدية، وفيها يتم تسجيل العملية العلمية كاملة. وعلى عكس المفكرات التقليدية التي يصعب على الآخرين الولوج إليها، تسهّل المفكرات الإلكترونية على الباحثين تنظيم وإدارة ومشاركة المكونات المتعددة لعملهم البحثي.

- **برمجيات تسيِّر العمل:** تعمل منصات معينة ـ مثل R، وIPython ـ على دمج كافة أجزاء البحث في نظام واحد. وهي تحتفظ بسجل لعمليات جمع وتحليل البيانات في وقت يقارب الزمن الحقيقي لإجراء العمليات الحاسوبية، ويمكن بمجرد كبسة زر أن تتم مشاركتها مع زملاء العمل؛ لنقدها، أو التوصل إلى أعمال تعاونية حولها.

- **مواقع «ويكي»:** هي أدوات متاحة على الإنترنت، تُعتبَر مِنَصّات للمفكرات الإلكترونية. أحد الأمثلة على مواقع «ويكي» موقع «ويكيبيديا»، وهي موسوعة متاحة على الإنترنت. يمكن جعل موقع «ويكي» متاحًا للوصول، وقابلًا للتعديل من قِبَل الآخرين. والعديد من الباحثين الذين يمارسون العلوم المفتوحة يستخدمون مواقع «ويكي» لتسجيل تطورات أعمالهم، ومن ثم يشاركونها مع الآخرين. وعلى سبيل المثال.. يتيح موقع «أوبن ويت وير» OpenWetWare للباحثين إنشاء مفكرة «ويكي» إلكترونية.

- **ورقة حية:** مصطلح صاغه الباحثون، لوصف مفهوم أرشفة العملية العلمية كاملة، ابتداءً من المكالمات الهاتفية والحوارات على «تويتر»، حتى الأساليب البحثية والتحليلات، بطريقة مفتوحة الوصول للآخرين. تسمح الورقة الحية للباحثين بمطالعة الخطوات التي أدت إلى المنتَج النهائي، كما تسمح لهم بالقيام بأبحاث مبنية على العمل الأصلي، أو اشتقاق أفكار منه.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

التحكم في سير العمل
منصة IPython مفتوحة الوصول

في 2011، عندما كان في السنة الأخيرة من دراسته للدكتوراة في الفيزياء النظرية، بدأ فرناندو بيريز مشروعًا جانبيًّا. فلإكمال أبحاثه حول نظرية المجال الكمي، احتاج إلى تجميع خليط شفرات الكمبيوتر، وأدوات تحليل البيانات الخاصة به. وباستخدام لغة برمجة تُسمَّى Python، قام بإنشاء IPython (ipython.org)، وهي منصة متكاملة مفتوحة المصدر، تسمح له بكتابة رموز التشفير، وإجراء العمليات التحليلية، والرسم البياني والتوضيحي لبياناته، وإضافة رسوم جرافيك ثرية، كل ذلك في نظام واحد.

يقول: «عندما بدأت أعمل على IPython، قلت لنفسي ولمستشاري إن هذا الأمر سيكون مجرد هواية مسائية، وإنني سأعود إلى العمل الحقيقي عما قريب». وبعد نحو 13 عامًا، أصبح بيريز عالِم حوسبة في مركز تصوير الدماغ بجامعة كاليفورنيا في بيركلي، ويقوم ـ خلال وظيفة بدوام كامل ـ بتطوير برامج IPython لمجالات علم الحوسبة، والمنشورات البحثية، والتعليم عبر تخصصات المجال.

في عام 2011، قام بالتعاون مع الباحث برين جرانجر ـ من جامعة كاليفورنيا بوليتيكنيك في سان لويس أوبيسبو ـ ومجموعة من زملائهم، بإضافة مفكرة تعمل على الإنترنت، وسرعان ما تبنّاها علماء الحوسبة العاملين في مجالات الأحياء والفيزياء وعلم الأعصاب. تعمل هذه المفكرة بطريقة معالجة النصوص، حيث تستخدم نصوصًا وتنسيقات عادية، لكنها كذلك تسمح للمستخدمين بإدخال لغات برمجة، ورسوم جرافيك ثرية، وتحليلات بيانات، والانتقال بينها بسهولة. يقول بيريز: «الأمر أشبه بامتلاك آلة حاسبة قوية للغاية بين ثنايا برنامج معالج النصوص، حيث بإمكانها فعل أي شيء تستطيع لغة البرمجة فعله».

كما أن الباحثين بدأوا ينشرون أوراقًا بحثية بشكل مباشر من برنامج IPython، حسبما يقول بيريز. وتقدم جامعة كاليفورنيا في بيركلي دورات دراسية لتعليم برنامج IPython، وقد تَبَنَّتْه كذلك جامعات أخرى، من بينها جامعة هارفارد، ومعهد ماساتشوستس للتقنية في كمبريدج، وجامعة كولومبيا في نيويورك.

ويقدم المركز القومي للتحليل والتوليف الإيكولوجي في جامعة كاليفورنيا في سانتا باربرا ورشة عمل حول التوليفات التعاونية ومشاركة البيانات، وتستهدف الدورات طلاب الدراسات العليا وباحثي ما بعد الدكتوراة. كما أن هناك ورشات عمل تقدمها مجموعة من المتطوعين يعملون في أنحاء العالم، وتُسمَّى «نجارة البرمجيات» Software Carpentry، وتقدِّم تدريبًا عمليًّا في مواقع مختلفة على استخدام Python، وR، وGitHub، وغيرها من برامج توليف البيانات.

المفكرات المفتوحة بورقة حية، تحتوي على كافة مكونات الأبحاث، من رسائل البريد الإلكتروني، وحتى ثرثرة الاجتماعات على «تويتر»، ويربطها معًا في مسار عمل رقمي، سهل التحديث، ويمكن الوصول إليه بشكل مفتوح.

يقول بويتيجر: «إن الورقة الحية تكون كذلك، لأنه يتم تحديثها باستمرار، وهي تعكس العملية الجارية». وهي كذلك تسمح للعلماء بتوثيق العملية العلمية التي يقومون بها كاملة، بحيث يمكنهم ـ كما يمكن لمن يوافقون على إشراكه ـ أن يضيفوا إليها، ويشتقُّوا أفكارًا جديدة منها، حسبما يقول ماثيو جونز خبير المعلوماتية في المركز القومي للتحليلات والتوليفات الإيكولوجية بجامعة كاليفورنيا في سانتا باربرا.

محفوظة للأجيال القادمة

ينبغي أن يتم حفظ كل هذه السجلات. ولا تنطوي عملية الأرشفة فقط على البيانات والحسابات، ولكن أيضًا على النقاشات الفكرية، وهو ما يمثل تحديًا. يضع بويتيجر رابطًا لمنشوراته على «تويتر» في مفكرته المفتوحة، كما توضع علامة تبويب إلكترونية لقراءاته وملاحظاته من خلال أداة «ميندلي» لإدارة المراجع. ويقول: «إن قراءاتنا توسعت بشكل كبير، لدرجة أن متابعة الآخرين هي غالبًا المصدر المفضل للمساعدة في اختيار ما سنقرأ». كما يضع بيتر أندراس ـ عالِم الكمبيوتر في جامعة نيو كاسيل بالمملكة المتحدة ـ سجلًّا لقراءاته عبر أداة ميندلي، ويشجع طلابه على فعل ذلك.

الموارد المستندة إلى مصادر إلكترونية غالبًا ما تتراجع شعبيتها. وإذا ما حدث هذا، فإن السجلات قد تبقى دون أن يطَّلِع عليها أحد، وقد يطويها النسيان. فعلى سبيل المثال.. كان لدى موقع فريندفيد (FriendFeed) ـ الموقع الهجين بين «تويتر»، و«فيسبوك» ـ عدد كبير من الباحثين المتابعين في عام 2010، ولكنّ عدد المستخدمين الآن بات أقل بكثير. يقول فيليب لورد ـ عالِم المعلوماتية الحيوية، وأحد المتعاونين مع أندراس ـ إنه يقوم بأرشفة الملفات الرقمية لغرض الأمن ـ على كل من archive.org، وهو مستودع إلكتروني عام، وكذلك على موقع مبادرة تابع للمكتبة البريطانية في لندن. وتقوم خدمات الأرشفة بدور شبكات المكتبات، إذ تقوم بتخزين البيانات في أماكن متعددة؛ للتأكد من أنه إذا ما ضاعت إحدى النُّسَخ، أو دُمِّرَت؛ فمن الممكن إيجادها في مكان آخر.

إن مثل هذه التحديات تجعل من الصعب استخدام مفكرة إلكترونية مفتوحة، لكن من غير المحتمل أن يتوقف استخدامها المتزايد. تقول ستراسر: «لقد بدأنا نبتعد عن ذلك النوع من العلوم الذي نقوم بتوثيقه من خلال ورقة وقلم، ونتحرك باتجاه العلم الذي نمارسه في ستة أماكن مختلفة على آلات، وباستخدام أنظمة تحديد المواقع العالمية، وأجهزة الكمبيوتر المحمولة، والأوراق، والأقلام». وتضيف: «كيف نواكب ذلك؟ إنه أمر صعب للغاية». ورغم ذلك.. فإن المميزات يصعب تجاهلها، يقول لورد: «إن مفكرات المختبر الورقية مضى زمنها». ■

أماندا ماسكاريللي كاتبة حرة من دنفر، كولورادو.

تاريـخ نظيـف

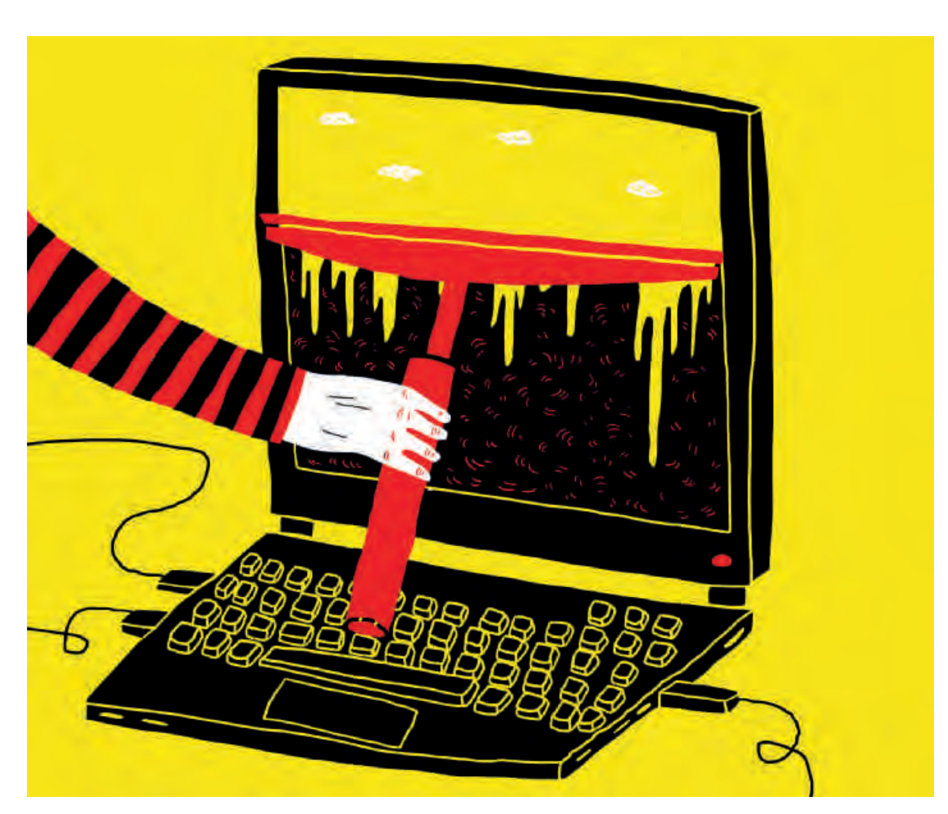
إن ارتكاب الأخطاء هو جزء من العِلْم، لكن تصحيحها بسرعة وبوضوح يُجنِّبُك الوصمة التي قد تلحق بتاريخك الوظيفي.

فيرجينيا جوين

بعد 18 عامًا من الاختبارات المعقدة وإعادة الاختبارات، أصبحت باميلا رونالد موقنة بأنّ عليها أنْ تسحب ورقتين بحثيّتين رفيعتي المستوى ـ كانت قد نشرتهما ـ حول مقاومة الأمراض في نبتة الأرز[1،2]. تقول رونالد ـ عالمة المحاصيل الزراعية في جامعة كاليفورنيا في ديفيس ـ إن الجزء الأصعب كان الإبقاء على الهدوء، فقد كانت قلقة من تداعيات الأمر على زملاء المختبر الحاليين والسابقين، وكذلك من إهدار علماء آخرين أوقاتهم في استنساخ أبحاث تحتمل الخطأ.

ادَّعَت الأوراق البحثية التعرف على بروتين بكتيري بإمكانه تنشيط استجابة مناعية لدى نبات الأرز من خلال مستقبل محدد، لكن حين لم يتمكن أعضاء جدد في فريقها من إعادة التجارب، والإتيان بالنتائج نفسها، بدأت أجراس الخطر تدق. وبسبب القلق.. قرروا أن تكون أول خطوة هي تحديد النمط الوراثي لكافة مجموعة سلالات التجارب المعملية لديهم. وفي نهاية المطاف توصّلوا إلى خطأ في وضع العلامات: لقد كانت اثنتان من السلالات الاثنتي عشرة ـ التي كان يُعتقَد أنها خالية من البروتين قيد البحث ـ في الحقيقة خالية من بروتين مختلف. كما كشفت المراجعة الدقيقة ◀

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



OIVIND HOVLAND/IKON IMAGES/GETTY

◀ خطأ آخر: فالاختبار الذي كان يجب اجراؤه لإثبات قدرة هذا البروتين على استحثاث المقاومة، تبيَّن أنه خاطئ.

بالرغم من هذا الكرب الذي حل بها خلال هذه المحنة، كانت رونالد صريحة مع محرِّري الدوريّة العلمية ومع زملائها حول احتمال سحب الورقة العلمية. فقد كانت تعلم أن سمعتها العلمية تعتمد على الشفافية الكاملة حول الأخطاء المحتملة. تقول رونالد: «عليك أن تنحِّي العواطف جانبًا، وتدع العملية العلمية تقود المسار».

في جميع أنحاء العالم، تتزايد عمليات سحب الأوراق العلمية؛ فخلال العام الماضي وحده سحبت الدوريات العلمية ما يقرب من 500 ورقة بحثية (من بين أكثر من مليون ورقة علمية نُشرت)، مقارنةً بأقل من 50 ورقة بحثية كان يتم سحبها سنويًّا في بدايات العقد الماضي (انظر: *Nature* **478**, 26–28; 2011).

تشير دراسة بحثية[3] ـ في علوم الحياة ـ إلى أن سوء السلوك البحثي ـ مثل سرقة أعمال الآخرين، أو البيانات المزيفة ـ كان السبب الرئيس لحوالي ثلثي الأوراق البحثية المسحوبة (انظر: *Nature* **490**, 21; 2012). ويقول عالِم السلوكيات البيئية دانيلي فانيللي من جامعة مونتريال بكندا ـ وهو يدرس هذه القضية ـ إن رُبْع هذه الأوراق البحثية ـ على الأقل ـ تم سحبه بسبب أخطاء مؤسفة. إن تزايد سحب الأوراق العلمية قد يكون بسبب أن العلماء يقومون بمزيد من الأخطاء، لكنه أيضًا قد يشير إلى تنامي ثقافة قول الحقيقة عند اكتشاف الأخطاء. يقول فانيلي إن هذا يُعتبَر توجُّهًا إيجابيًّا، مضيفًا: «علينا حقًّا أن نفكر في كيفية مكافأة سَحْب الأوراق العلمية، الذي ينطوي على تصحيح للأخطاء، وأنْ نجد طريقة لجعله وسام شرف، بدلًا من كونه وصمة عار».

غالبًا ما يتعامل العلماء مع عملية سَحْب الأوراق البحثية على أنها أسرار قذرة. كما أن انتهاج الصمت يدل على أن هذه العملية غالبًا ما تكون مصدرًا للتشويش والإحباط والإحراج للباحثين ومحرِّري الدوريّات العلمية والجامعات بقدرٍ أكبر مما ينبغي. ويعاني عديد منهم للوصول إلى أفضل طريقة لتصحيح السجلات، والاستفادة من البيانات الصالحة، ولكن إذا ما كان سَحْب الورقة البحثية بسبب حادث أو خطأ حدث بسلامة نِيَّة، فلا يجب أن يكون ذلك وصمة عار في تاريخ العالِم من النشر المحترم. ويقول العلماء ومحرِّرو الدوريات الذين سبق لهم أنْ سحبوا أوراقًا بحثية بعد نشرها إنّ العملية يمكن أن يتم التعامل معها بشكل مثمر، سواء أكانت الأخطاء ناتجة عن التلوث، أم اختلاط في خطوط حفظ الخلايا، أم إخفاق في التحليلات الإحصائية، لكنهم يؤكدون ـ قبل كل هذا ـ على أن الشفافية هي الأساس.

استشعار المشكلات

قبل عقد مضى، كانت عمليات السحب بعيدة كل البعد عن الشفافية. فقد كان من المعتاد أن ترى في الدوريّة العلمية هذا العنوان «سحب ورقة بحثية»، دون مزيد من التفاصيل، حسبما يقول فيريك فانج، عالِم الميكروبيولوجي في جامعة واشنطن بمدينة سياتل، وهو يدرس كذلك عمليات سحب الأوراق البحثية. في عام 2009، وبعد إدراكها أنّ الدوريات العلمية تفتقر إلى السياسات الحاكمة، قامت «لجنة أخلاقيات النشر» COPE ـ وهي منظمة غير هادفة إلى الربح، ومقرها في المملكة المتحدة ـ بنشر مبادئ توجيهية حول الطرق المثلى لتصحيح السجل العلمي. وتنتظر اللجنة من الأعضاء الذين يزيد عددهم على 9 آلاف أن يتبعوا تلك المبادئ التوجيهية، التي تنصح بأن يتم ربط بيان سحب الورقة العلمية بالمقال المسحوب، وأن تتم إتاحة الوصول إلى بيان السحب، وأن يُورَد اسم الجهة التي تقوم بسحب الورقة المنشورة، إلى جانب معايير أخرى، لكن ربما يكون أهم ما فيها ـ حسبما تقول ليز ويجر، الرئيسة السابقة للجنة ـ هو أن إشعار السَّحْب يجب أن يتضمن السبب الذي دفع إلى سحب الورقة البحثية؛ حتى يتم التمييز بوضوح بين سوء السلوك البحثي وبين الأخطاء التي تقع بحُسْن نية. يقول إندير فيرما، عالِم الأحياء الجزيئية في «معهد سالْك للدراسات البيولوجية» في لا جولا بكاليفورنيا، ورئيس تحرير دورية *Proceedings of the National Academy of Sciences*: «يجب أن تكون عملية السَّحْب كاملة وصادقة، وتفصِّل بوضوح الأشياء الخاطئة في الورقة المسحوبة».

انهيار السحب

هناك طرق عديدة لتعديل الأوراق البحثية المنشورة (انظر: «دليل السحب»)، فعملية السحب لا يتم اللجوء إليها إلا في أصعب المشكلات، تلك التي تقوض الاستنتاجات التي خلص إليها البحث. كما أنه من الصعب سحب ورقة بحثية، ثم إعادة نشر الأجزاء الصحيحة فيها لاحقًا، حسبما يقول آرتورو كاساديفال، رئيس تحرير دورية «إم بيو» *mBio* وعالِم الميكروبيولوجي في كلية ألبرت آينشتاين للطب في برونكس بنيويورك. والذي يضيف: «معظم الدوريات العلمية لن تسمح بذلك».

بالنسبة إلى المشكلات الأقل خطورة، فهناك خياران آخران.. ففي الأخطاء الأقل أهمية ـ مثل الأخطاء في عنونة الأشكال التوضيحية ـ غالبًا ما يكون التصحيح كافيًا. البديل عن ذلك.. هو أن يُجرى سحب جزئي للورقة البحثية، إذا ما كانت النتائج المبنية على تلك الأخطاء لا تبطل صحة النتائج النهائية التي توصلت إليها الورقة البحثية، (لكن «لجنة

دليل السحب

لدى الناشرين عدة خيارات لتعديل الوثائق العلمية، كلّ حسب ظروفه.

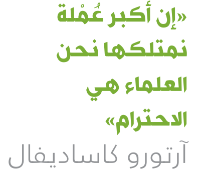
الفعل	مثال	تأثُّر استنتاجات الورقة البحثية	يصدره
تصحيح (خطأ مطبعي)	أخطاء مطبعية خطأ في عنونة الأشكال التوضيحية خطأ في قائمة أسماء المؤلفين/ المشاركين	لا	مؤلف الورقة البحثية (غالبًا)
التعبير عن القلق	الاستقصاء يشير إلى أن البيانات لا يمكن الاعتماد عليها. شكوك حول سوء السلوك البحثي.	لا يمكن التأكد	المحرر
السَّحْب الجزئي	أشكال أو جداول مبنية على بيانات غير سليمة. بعض البيانات تم تحليلها بشكل غير سليم.	نعم، ولكن ليست الاستنتاجات الكلية	المؤلف أو المحرر
السَّحْب	دليل واضح على سوء السلوك البحثي. خطأ يُفشِل نتيجة العمل.	نعم	المؤلف أو المحرر

SOURCE: COPE; COUNCIL OF SCIENCE EDITORS

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أخلاقيات النشر» لا تشجع السحب الجزئي، قائلة إنه «يجعل من الصعب على القراء تحديد وضع المقالة، وتحديد أي جزء منها يمكن الاعتماد عليه»).

حالما يتم الانتباه إلى وجود مشكلة محتملة، فإن أول خطوة ينبغي القيام بها هي تحديد ما إذا كان هناك خطأ حدث بالفعل، أم لا. وإذا كان قد حدث بالفعل، فكيف حدث؟ وبعدها يحتاج المؤلفون ومحرِّرو الدورية أن يتخذوا قرارًا حول الاستجابة الملائِمة لذلك. فحالما أدركت رونالد أن هناك شيئًا خاطئًا في عملها الأصلي، تواصلت مع محرِّري الدوريات العلمية التي نشرت الأوراق البحثية. وتقول: «جزء منك يريد أن يسحب الورقة البحثية على الفور»، لكنها كانت تعلم أن عليها أن تتأكد من الحقائق أولًا.



«إن أكبر عُمْلة نمتلكها نحن العلماء هي الاحترام»
آرتورو كاساديفال

قام فريقها بإجراء كافة التجارب الضرورية لتحديد المشكلة. وتضيف: «كانت لدى كل شخص مخاوف مختلفة قليلًا، لكننا جميعا أردنا أن نصلح الأمر. وأصبحت مهمة إيجاد الخطأ تستنفد طاقاتنا؛ فتعطلت المشروعات البحثية الأخرى».

ثم اتخذت رونالد خطوة أخرى.. فحالما أصبحت متأكدة من أن هناك مشكلة ما؛ تواصلت مع زملاء المختبر لتوضيح القضية، وأعطت محاضرة عامة؛ لإطلاع المجتمع العلمي على الأمر. وتوضح قائلة: «شعرت بالانزعاج من أن يقوم علماء آخرون ببناء أبحاثهم على هذا العمل في الوقت الذي لم نستطع نحن فعل ذلك، ولم أرد أن أكون سببًا في تضييع وقت أي شخص». وقد حازت جهودها على إعجاب زملائها، وكذلك مدونة «مراقبة السحب» *Retraction Watch* التي تكتب تقارير عن عمليات السَّحْب العلمية، وحالات سوء السلوك البحثي. وفي مقال حول قصة رونالد، قالت الشريكة المؤسِّسة في المدونة، إفان أورانسكاي، إن المدونة يعجبها «أن تتمكن من رصد الموقف الذي يقف فيه الباحثون ليقوموا بالصواب، حتى إنْ كان ذلك على الحساب الشخصي».

إنه من الصعب تقرير ما إذا كان يتوجب إصدار أمر سحب كامل. فسمعة الباحثين تكون على المحك، كما أن المؤلفين قد لا يتفقون بالضرورة على أفضل طريقة لتعديل الخطأ. وقد يتطلب الأمر الكثير من التفاوض مع محرِّري الدورية الناشرة والزملاء.

كانت هذه هي التجربة التي مر بها دانيال سينت جونستون، عالِم الأحياء التطورية ومدير «معهد جوردون» في جامعة كمبريدج بالمملكة المتحدة. وكان قد نشر مع زملائه ورقتين بحثيتين[4,5] تصفان مسارًا كانوا يعتقدون أنه ضروري للخلايا الظهارية المحيطة بالبويضات النامية؛ للحفاظ على وجهتها في ظروف التجويع، لكنهم اكتشفوا فيما بعد أنهم أفسدوا بعض الخلايا خلال عملية فصل المبايض الدقيقة لذباب الفواكه الذي خضع لعملية التجويع؛ وهو ما أسفر عن «خلايا مستنسخة كاذبة» تحاكي مظهر الخلايا قيد الدراسة، لكنها لم تكن لديها الطفرات الوراثية نفسها.

قام سينت جونستون أولًا بكتابة ورقة بحثية جديدة تسلِّط الضوء على وجود الخلايا المستنسخة الكاذبة. وحالما تم قبول الورقة البحثية في دورية «بيولوجي أوبن»[6] *Biology Open* قام بإرسال المسودة إلى الدوريتين اللتين نَشرتا الورقتين البحثيتين الأصليتين غير الصحيحتين، وهما: «سِلْ بيولوجي» *Cell Biology*، و«ديفيلوبْمِنْتال سِل» *Developmental Cell*، وذلك في مسعى لإيجاد أفضل طريقة لربط النتائج الجديدة بالورقة البحثية الأصلية. ونصحه محرِّرو الدوريتين أن يسحب الورقتين البحثيتين الأصليتين، لأن النتيجة النهائية لكلتيهما لم تعد صحيحة، لكنّ الأمور تعقدت.

كان أحد مؤلفي الورقة البحثية غير سعيد باحتمال فقدان البيانات التي تظل منطقية من الناحية العلمية. ولسَحْب الورقة البحثية، ينبغي أن يوافق كافة المؤلفون. فناقش الباحثون ومحرِّرو الدوريتين عدة خيارات، بما فيها السحب الجزئي، لكنهم لم يستطيعوا التوصل إلى اتفاق. وللخروج من هذا الطريق المسدود، اتفق سينت جونستون على أن يتم نشر البيانات الصالحة إلى جانب النتائج التي تم التوصل إليها حول الخلايا المستنسخة الكاذبة في دوريّة «بيولوجي أُوبِن»[7]، وتمت عملِيَّتا السحب. يقول سينت جونستون إنه كان عليه أن يفكر في أفضل مسار على طول الطريق، مضيفًا: «لا توجد هناك آلية واضحة للتعامل مع المحتوى المفيد والسليم لورقة بحثية مسحوبة». ويوضح أنه إلى الآن لم يمر برد فعل سلبي على مساره المهني، بسبب هذه الحادثة.

التغلب على الوصم

تدعم البيانات ما يقوله عديد من محرِّري الدوريات العلمية من أن أفضل طريقة لتخطِّي الوصمة المرتبطة بسَحْب إحدى الأوراق البحثية هي قول الحقيقة ببيانٍ مفصَّل حول الأخطاء. فقد وجدت دراسة منشورة في نوفمبر الماضي[8] أن مؤلفي الأوراق البحثية الذين يبلِّغون بأنفسهم عن وجود أخطاء؛ ويقومون ـ بناء على ذلك ـ بسَحْب الأوراق البحثية؛ لا يخسرون الاستشهاد بأعمالهم السابقة المُجازَة، بينما المؤلفون الذين يفشلون في الإبلاغ بأنفسهم عن ضرورة سَحْب إحدى الأوراق البحثية يخسرون ما يصل إلى 12.5% من الاستشهاد بعملهم سنويًا لكل ورقة بحثية، على مدار خمس سنوات بعد السحب، مقارنةً بالأوراق غير المسحوبة التي لها أنماط الاستشهاد نفسها. يقول مؤلف الدراسة، بينجامين جونز، الباحث في التعليم العالي في جامعة نورث ويسترن في إفانستون بإيلينوي: «إن الشفافية تحافظ على سمعتك كشخص يسعى إلى الحقيقة بكل مصداقية».

في الحقيقة، فإن السَّحْب الواضح للأوراق البحثية قد يصبح في النهاية جديرًا ـ في حد ذاته ـ بالاستشهاد. وعلى سبيل المثال.. جرت عملية سحب[9] في عام 2006، وفصلت في نزاع المؤلف حول ما إذا كانت النتائج الأصلية للسلوك الحديدي المغناطيسي الذي وُجد في ذرة كربون-60 ما زالت سليمة في مواجهة المعايير الجديدة، أم لا. يقول فانج: «وجدت أمثلة على أوراق مسحوبة ما زال الاستشهاد بها مستمرًا، لأن عملية السَّحْب كانت تتمتع بالشفافية، وهو ما يشير إلى أن العامِلين في المجال أكثر إدراكًا مما كان يُعتَقَد».

في حالة سينت جونستون، في أشهر الحالات يقوم العلماء بدفن الخطأ، وهو ما يضر المجتمع العلمي ـ حسب قوله ـ من خلال إضاعة وقت وموارد الآخرين. ويضيف موضحًا: «لم أُرِدْ أنْ أفعل ذلك، لأن سمعتي هي علامتي التجارية المميزة. وإذا اعترفت بأخطائي، فإن الناس سيعرفون عني أنني الشخص الذي إذا ما ارتكب خطأً؛ فسوف يقول لهم».

كان سينت جونستون يعرف أن سَحْب الورقة البحثية هو الصواب الذي عليه القيام به، لكنه يقول إنه إذا كان حينها لم يزل في مرحلة مبكرة ـ ومحفوفة بالمخاطر ـ من مساره المهني، فلربما فكّر مرتين وقتئذ. وكانت هناك مخاوف لديه حول تأثير السَّحْب على المؤلفين المشاركين في الورقة الأصغر سنًّا. ويوضح قائلًا: «لا يهتم أغلب المجتمع العلمي بالتمييز بين الخطأ وبين النوايا الشريرة».

في الواقع، تشير بعض البيانات إلى أن الباحثين في بداية مساراتهم المهنية لديهم الحق في القلق. فقد قام جونز بمقارنة كيفية تأثُّر سجل الاستشهادات لمؤلفي الأوراق البحثية البارزين، وأولئك الأقل شهرة، بعد قيام كليهما بسحب ورقة بحثية[10]. ويقول: «إذا ما كنتَ مشهورًا؛ لا نرى كثيرًا من التأثير، لكونك أحد مؤلفي ورقة بحثية مسحوبة. أما إذا لم تكن مشهورًا؛ فسوف ترى تأثيرًا سلبيًّا».

كان لدى جيوفري تشانج مثل هذه المخاوف لكونه أستاذًا مساعدًا حينما تَنَبَّه لوجود مشكلةٍ ما في عمله، وكرَّس وقته لاكتشاف الخطأ. ويعمل تشانج في مجال تعيين البناء البلوري في جامعة كاليفورنيا بسان دييجو، وقد حقق سلسلة من النجاحات بأنْ نال جوائز ومِنَحًا، ونشَر أوراقًا بحثية رفيعة منذ عام 2001، عندما كان لا يزال في أواخر العشرينات من عمره.

عندما تشكك بعض زملائه في نتائجه، انكبّ تشانج على فحص برنامج الكمبيوتر الذي صنعه بنفسه. وفي النهاية، اكتشف أنه استبدل عموديّ بيانات، ووضع كلًّا منهما مكان الآخر. فقام بسحب خمس أوراق بحثية، ثم نشر الهياكل الجزيئية الصحيحة في ورقتين بحثيتين بعد نحو عام من اكتشاف المشكلة. ويقول إن إعادة تحليل البيانات بدقة وشفافية أدت إلى تصحيح السجل العلمي، وهو ما ساعد على الحفاظ على وضعه الأكاديمي. ويقول: «حدث ذلك منذ 7 سنوات، ولا تزال هذه التجربة في ذاكرتي، لكنها جعلت منا مختبرًا أقوى مكانةً، وأكثر حرصًا». ومنذ ذلك الحين حصل تشانج على مِنَح كبيرة، من بينها مِنَح من المعاهد القومية للصحة الأمريكية.

إن حالات مثل حالة تشانج توضح أن سَحْب الأوراق العلمية لا يقضي بالضرورة على المسارات المهنية، حتى تلك الوليدة منها، لكنّ استكشاف العملية يتطلب استعدادًا للتعامل مع السياسات والأوضاع الخاصة التي لا تكون دائمًا واضحة المعالم. يقول كاساديفال: «إن أكبر عملة نمتلكها نحن العلماء هي الاحترام.. أي أنْ يحترمنا زملاؤنا، ويحترمون أعمالنا». ويضيف: «يمكن النجاة بسلام من تأثيرات سَحْب الأوراق البحثية، إذا ما تم التعامل معها بمصداقية وشفافية». ■

فيرجينيا جوين كاتبة حرة تقيم في بورتلاند بولاية أوريجون.

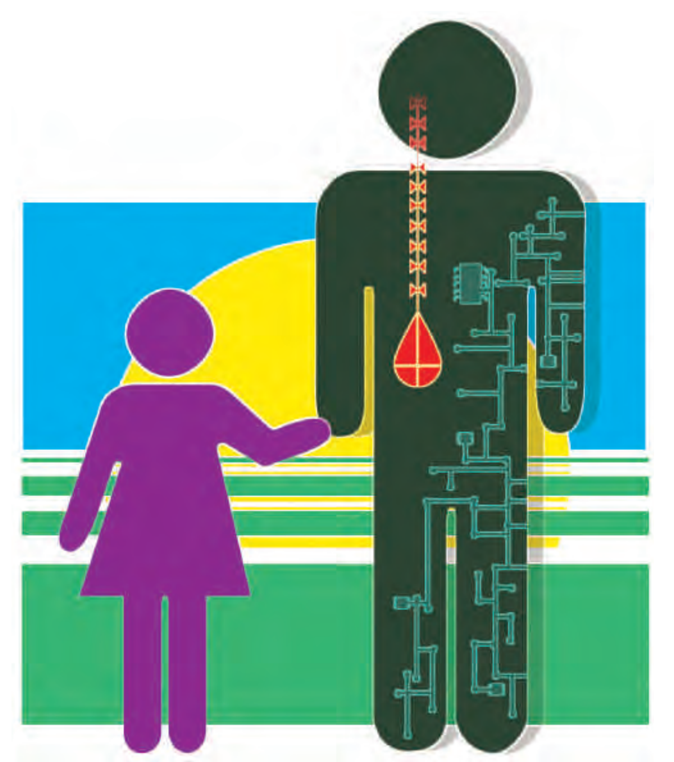
1. Lee, S.-W. *et al. Science* **326,** 850–853 (2009).
2. Han, S.-W. *et al. PLoS ONE* **6,** e29192 (2011).
3. Fang, F. C., Steen, R. G. & Casadevall, A. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **109,** 17028–17033 (2012).
4. Mirouse, V., Swick, L. L., Kazgan, N., St Johnston, D. & Brenman, J. E. *J. Cell Biol.* **177,** 387–392 (2007).
5. Mirouse, V., Christoforou, C. P., Fritsch, C., St Johnston, D. & Ray, R. P. *Dev. Cell* **16,** 83–92 (2009).
6. Haack, T., Bergstralh, D. T. & St Johnston, D. *Biol. Open* **2,** 1313–1320 (2013).
7. Swick, L. L., Kazgan, N., Onyenwoke, R. U. & Brenman, J. E. *Biol. Open* **2,** 1321–1323 (2013).
8. Lu, S. F., Jin, G. Z., Uzzi, B. & Jones, B. *Sci. Rep.* **3,** 3146 (2013).
9. Makarova, T. L. *et al. Nature* **440,** 707 (2006).
10. Jin, G. Z., Jones, B., Lu, S. F. & Uzzi, B. *The Reverse Matthew Effect: Catastrophe and Consequence in Scientific Teams* (National Bureau of Economic Research, 2013).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

طائرة ورقية من أجل سارة

بحثًا عن الحرية

ديفيد جي. بلايك



JACEY

«كيف يبدو الحال عندما يرفضون شخصًا يا أبي؟»

راقبتني سارة وعيناها الخضراوان تلمعان ببراءةٍ رفضت أن أدنِّسها؛ فكذبت عليها بدلًا من ذلك. «لا أعرف يا عزيزتي».

«أراهن أن الأمر أشبه بطائرة ورقية تضيع وتظل تحوم في السماء».

كانت الحقيقة تجنح أكثر باتجاه الشخص الذي عوقب لتضييعه الطائرة الورقية، ولكنني جاريتها مرة أخرى. «يبدو ذلك رائعًا!».

«سأسأل أمي، فهي تعرف كل شيء».

هذا أبعد مما كنت أتمناه. ستسحق أمها هذه البراءة الجميلة؛ وتحيلها إلى حقيقة بشعة. هدأت من روعي، إذ تخيلتُ نفسي وكأنني طائرة ورقية ضائعة تحوم عاليًا. وانتابني شعور... بالحرية المطلقة.

«تعرفين أنها ستكون مرهقة عندما ترجع إلى البيت من العمل. فلتلبسي ملابس نومك، وتغسلي أسنانك، وتذهبي إلى النوم. يمكننا أن نتحدث في الصباح».

برزت شفتها السفلى بطريقة مبالغ فيها، ورحلت وهي تضرب بقدميها الأرض. لم يكن من شيمتها أن تغضب لفترة طويلة على أي حال. أخرجت رأسها من الحمَّام بعدها بلحظات، وقالت وابتسامتها يحيط بها معجون الأسنان، وتوحي بالسعادة: «أحبك يا أبي».

«أحبك يا حبيبتي». حقيقةٌ ضخَّمَت من معاناتي مئة مرة، وجعلتها في الوقت نفسه محتمَلة.

دخلت إليزابيث البيت بعنف في الحادية عشرة تقريبًا.

تربَّصْتُ بها على الدَّرَج، واستجمعتُ ما كنت آمل ألا تكون آخر ذرة إصرارٍ لَدَيَّ. «استبعدها أستاذها اليوم، على مرأى ومسمع من الطلاب جميعًا».

ضاقت عيناها الخضراوان اللتان كانتا أشبه كثيرًا بعيني سارة، ومع ذلك.. اختلفتا عنها. خلعت قفازها أصبعًا تلو الآخر، وألقت به على المنضدة. «وهل استجوبتك؟».

بدت إيماءتي ثقيلة ومحمَّلة بالخيانة.

«وهل أجبتها؟»

«كذبت عليها».

صفعتني صفعة لطيفة. فالعنف كان من الممكن أن يوحي بشيء من الاحترام، لا الازدراء البارد. «لا تكن وقحًا».

«قلت لها إنني لا أعرف».

«أعتقد أن هذا كافٍ. سأجري الترتيبات اللازمة في الصباح».

«أرجوك، إليزابيث. لا أعتقد أنها جاهزة».

«هل أنا متأكد أن سارة هي التي ليست جاهزة؟».

رفعت يدها قائلة: «لا تجشم نفسك عناء الإجابة. فالتفكير ليس من سماتك. افعل ما تم تشفيرك من أجله حتى انقضاء أجَلك. أنت تذكر ما يحدث بعد ذلك، أليس كذلك؟».

«ولكن، إنها ....».

«لن تحل محل بيتر أبدًا أبدًا. لا يهمني إلى أيّ حد تشبهه. والآن، اغرب عن وجهي. فوجهك يثير اشمئزازي».

تسللت إلى الدور العلوي، وراقبت سارة وهي تخلد للنوم. أكثر من مرة طوال الليل، كدت أوقظها من نومها، وأعترف لها بكل شيء، بيد أنني لم أستطع أن أتخلى بسهولة عن الوقت الضئيل الذي بَقِيَ لنا. وكذلك كنت أكره فكرة أن فتاتي الصغيرة ستصبح مثل أمها، وكلما أسرعنا في إطلاعها على الحقيقة؛ أمست بسرعة أشبه بأمها.

«هل سنُطْلِق طائرةً ورقية في الهواء يا أبي؟»

أومأتُ برأسي، خشية أن يخرج صوتي منكسرًا انكسار قلبي، إذا حاولتُ أن أتكلم. خطَّطْتُ لأنشطتنا اليوم، مدركًا أنه آخر يوم لنا معًا.

أمسكتُ بالطائرة الورقية ـ وكانت طائرة حمراء بسيطة على شكل دمعة ـ بحماس واضح. وعجبتُ كيف يمكن أن يجعلها شيء بسيط كهذا سعيدةً هكذا.

سرنا باتجاه الحقل وراء البيت، وأَرَيْتُها كيف تجعل الطائرة تطير؛ فطفقت تجري جيئة وذهابًا، وعيناها على الدمعة الحمراء الدوَّارة. انضممت إليها، وبسطت ذارعي وكأنني سأصادف أنا أيضًا تيارًا صاعدًا؛ فأحلق مبتعدًا. كانت فكرة ما رائعة استقرت في مخيلتي. ضحكَتْ، ومدت ذراعيها مثلي، وعيناها تعكسان حياة عشب الصيف. دارت الطائرة في دوائر أعلى رأسينا، وظلت أسيرة لدينا، طالما أحكمَتْ سارة قبضتها على خيطها؛ وفي ذلك كنا متشابهين أكثر مما تخيَّلْتُ.

تراجعَتْ الشمس في كبد السماء، وبدأت تحتجب وراء الأفق الحزين. توقفت عن الجري في دوائر، وطفقت ألف حولها بدلًا من ذلك، فنسيت نفسي في ضحكتها لفترة أطول بقليل. هكذا ـ ببساطة ـ بدأ آخر يوم لنا معًا ينقضي. قلت لها: «يجب أن نعود. ستعود أمك إلى البيت قريبًا». كنتُ على يقين من أن إليزابيث لن تتأخر، خاصةً في ليلة كهذه.

«أيجب أن نرجع يا أبي؟»

«أخشى ذلك يا ابنتي». مع هذه الحقيقة، لم يكن هناك شيء يُحتمل. «أتريدين أن أريكِ كيف تسحبين الطائرة؟».

«لا.. أريد أن أتركها تنطلق بحرية».

تنطلق بحرية. يا له من تعبير قوي. وأن أسمعه منها هي، ولو لمرة واحدة، كان يتجاوز كل آمالي. كنت قد قررت ـ بينما خططتُ ليومنا الأخير معًا، أو ربما لاحقًا عندما ضممتها إلى صدري، ونسيت نفسي في ضحكتها ـ أن أخبرها بالحقيقة، وأن أخاطر بالمزيد من المعاناة؛ كي تفهم هي وتستوعب الأمر، لكن هكذا كنت أريدها أن تذكرني.

«افعلي إذن. اتركيها تنطلق بحرية». كان من الرائع أن أعرف أن ثمة ذَرَّة من التحدي ما زالت باقية بداخلي.

فتحت كفيها، وكأنهما زهرة تتفتح في فصل الصيف. واعتلت الطائرة الريح، وانطلقت في السماء المظلمة، فذوت أوجه الشبه بيني وبينها في الخيط الأحمر الأخير من أثرها. «هل ستطير إلى الجنة يا أبي؟»

مسحتُ دموعي قبل أن تراها، وقلت لها: «أنا متأكد أنها ستطير إلى مكان رائع يا حبيبتي». ■

يعيش **ديفيد ج. بليك** في بنسلفانيا مع حبيبته، وكلب الصيد خاصتهما. وإضافة إلى كتاباته في دورية «نيتشر»، فقد نُشِرت أعماله في دوريّة *Beneath Ceaseless Skies*، ودوريّة *Daily Science Fiction*، وغيرها. لمزيد من المعلومات.. يرجى زيارة صفحته على «فيسبوك».

NATURE.COM
تابع المستقبليات:
@NatureFutures
go.nature.com/mtoodm

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية